

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] The multiple-processes gas line which carries out the sequential course of a process gas latching valve and the massflow controller, and supplies the process gas from the source of process gas to a process chamber, It has the measurement gas line by which multipoint connection was carried out to said process gas line that the process gas from the source of measurement gas supply should be discharged via said each massflow controller. To the intersection of said measurement gas line The 1st pressure regulator, Sequential piping of the latching valve for measurement initiation, a pressure sensor, and the 2nd pressure regulator is carried out. To a part for each tee of said measurement gas line Sequential piping of the connection section latching valve which performs cutoff between said process gas lines and measurement gas lines is carried out. The massflow controller flow rate assay system characterized by performing flow rate assay of a massflow controller by measuring the pressure drawdown between said latching valve for measurement initiation and 2nd pressure regulator with said pressure sensor.

[Claim 2] The multiple-processes gas line which carries out the sequential course of a process gas latching valve and the massflow controller, and supplies the process gas from the source of process gas to a process chamber, It has the measurement gas line by which multipoint connection was carried out to said process gas line that the process gas from the source of measurement gas supply should be discharged via said each massflow controller. To the intersection of said measurement gas line The 1st pressure regulator, Sequential piping of the latching valve for measurement initiation and the pressure sensor is carried out, and the branch line of the pressure regulator which makes a primary pressure of reducing valve decompress is further carried out to the downstream. To a part for each tee of said measurement gas line Sequential piping of the check valve which prevents the inflow of process gas, and the connection section latching valve which performs cutoff between said process gas lines and measurement gas lines is carried out. The massflow controller flow rate assay system characterized by performing flow rate assay of a massflow controller by measuring pressure drawdown with said pressure sensor after it closes said latching valve for measurement initiation and said pressure regulator decompresses to predetermined timing.

[Claim 3] It is the massflow controller flow rate assay system which said pressure regulator is a latching valve for pressure regulation in a massflow controller flow rate

assay system according to claim 2, and is characterized by making a primary pressure of reducing valve decompress by passing the gas for measurement to the downstream of the latching valve for pressure regulation concerned set as low voltage by opening after the clausilium of said latching valve for measurement initiation.

[Claim 4] In a massflow controller flow rate assay system according to claim 3 Said latching valve for measurement initiation A normal close type air operation valve, When said latching valve for pressure regulation is the combination of a normally open type air operation valve, Or when each latching valve is the combination by the operation valve reverse type The massflow controller flow rate assay system characterized by controlling supply of the actuation air to both latching valves by the common control valve, and being carried out through the speed controller with which supply of the actuation air to the latching valve for measurement initiation consists of a diaphragm and a check valve.

[Claim 5] Said pressure regulator is a massflow controller flow rate assay system characterized by making said pressure regulation latching valve downstream into low voltage, when sequential piping is carried out in a massflow controller flow rate assay system according to claim 3 and the latching valve for pressure regulation and an auxiliary latching valve open and close said auxiliary latching valve before the clausilium of said latching valve for measurement initiation.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the massflow controller flow rate assay system in which the flow rate measurement which lost the volume change at the time of flow rate measurement in the detail, and was stabilized is possible further about the flow rate assay system of the massflow controller piped into the gas line used for example, for a semi-conductor manufacturing facility etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the membrane formation equipment in a semi-conductor manufacturing facility, a dry type etching system, etc., strong inflammability gas, such as corrosive gas, such as so-called special material gas, chlorine gas, etc., such as a silane and a phosphine, and hydrogen gas, etc. is used, for example. these gas -- \*\* -- the flow rate is managed very strictly for the reasons nil why that the flow rate influences the quality of a process directly, the burden of the damage elimination equipment installed in \*\* exhaust air system, and \*\* gas itself are expensive etc. Then, a well-known massflow controller is piped into a gas line, and the gas of the optimal flow rate is passed for every type of gas and process recipe by the massflow controller. A setup of such a flow rate is performed by accommodation of applied voltage in a massflow controller.

[0003] By the way, among process gas, also within the property top gas line, a solid may be deposited, the deposit solid is accumulated and especially the charge gas of membrane

formation material may produce the capacity change in a gas line. Possibility that a solid deposits in the capillary part in a massflow controller especially as compared with other parts, and the effect of [ at the time of depositing ] are large. Therefore, when a deposit solid is accumulated, the engine performance of a massflow controller of managing the optimal flow rate very strictly will fall, and the stability of a process will be checked. Therefore, the relation of the applied voltage and the real flow rate in a massflow controller collapses, and gas supply of a proper flow rate is no longer performed.

[0004] Although a setup of applied voltage must be corrected in order to pass a right quantity of gas flow when such [ actually ] change takes place, the need of measuring the flow rate of a massflow controller arises at this time. Then, the following is mentioned as a conventional massflow controller flow rate assay system. Drawing 10 is drawing having shown a part of gas circuit included in the conventional massflow controller flow rate assay system. Massflow controllers 2A-2C are piped by the process gas supply pipes 1A-1C, the 1st latching valve 3A-3C and the 2nd latching valve 4A-4C are piped by the upstream, and the 3rd latching valve 5A-5C is further piped to the process gas line supplied to the process chamber which does not illustrate process gas A-C by the downstream.

[0005] On the other hand, as for the measurement gas line which supplies the gas for measurement, multipoint connection of the measurement gas supply line 11 is carried out through branch pipes 12A-12C between the 1st latching valve 3A-3C of the process gas supply pipes 1A-1C, and the 2nd latching valve 4A-4C. The measurement gas supply line 11 is connected to the high-pressure nitrogen source 13 for the flow rate measurement, using nitrogen gas as gas for measurement. And sequential piping of a regulator 14, the latching valve 15 for measurement initiation, and the pressure sensor 16 is carried out at the measurement gas supply line 11. Moreover, check valves 17A-17C and the connection section latching valves 18A-18C are piped by each branch pipes 12A-12C. Check valves 17A-17C are formed in order to avoid risk of two or more kinds of gas being mixed, and a product occurring.

[0006] So, in the massflow controller flow rate assay system which consists of such a gas circuit, as it is the following, for example, flow rate measurement of massflow controller 2A is performed. First, after all the 1st latching valve 3A-3C is closed and supply of process gas A-C is intercepted, the connection section latching valves 18A-18C and the latching valve 15 for measurement initiation are opened. Therefore, it blows to an exhaust side through the process chamber which is not illustrated, and scavenges the process gas which remains in process gas supply pipe 1A - 1C. And the connection section latching valves 18B and 18C corresponding to massflow controller 2B and 2C which become the outside for measurement are closed, and nitrogen gas is supplied from the high-pressure nitrogen source 13.

[0007] Although nitrogen gas flows into an exhaust side through massflow controller 2A, since it continues being supplied through a regulator 14 from the high-pressure nitrogen source 6, the inside of a gas line is 2 kgf/cm<sup>2</sup>. It is maintained. Then, the inside of a gas line is 2 kgf/cm<sup>2</sup>. If the latching valve 15 for measurement initiation is closed in the condition

of having been stabilized, supply of nitrogen gas will be suspended to the downstream of the latching valve 15 for measurement initiation. Therefore, from massflow controller 2A, the nitrogen gas of a predetermined flow rate will continue being discharged, and the measured value of a pressure sensor 16 will fall gradually. Based on this pressure drawdown time amount, the flow rate of massflow controller 2A is measured. And flow rate rate of change is computed by the comparison operation of the pressure drawdown time amount in the initial state of massflow controller 2A and the pressure drawdown time amount by this measurement being carried out, and flow rate assay of the massflow controller 2A is performed.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the conventional massflow controller flow rate assay system, in order for the primary pressure of reducing valve of a massflow controller to fall at the time of flow rate measurement, there was a problem that the accuracy of measurement will worsen. That is, the hydrometry by the conventional flow rate assay system measures the fall velocity by the pressure drop of the intercepted massflow controller upstream, and flow rate rate of change is measured. Therefore, measurement was performed in the condition that the primary pressure of reducing valve of a massflow controller falls. However, when the service condition of a massflow controller is seen, the primary pressure of reducing valve is controlled by the regulator, and it is usually uniformly controlled so that there is no pressure fluctuation. This is because the flow-control precision of a massflow controller worsens, and flow cannot pulsate or it cannot set to a fixed flow rate, if pressure fluctuation happens.

[0009] Thus, in the conventional flow rate assay system, assay was usually performed to the condition at the time of use under the different condition that the primary pressure of reducing valve of a massflow controller was managed by 1 constant pressure and that the primary pressure of reducing valve falls gradually. It follows, for example, if, as for the massflow controller, the amount of outflow decreases with the fall of a primary pressure of reducing valve, a control flow rate will be increased in order to compensate the lack by the comparison with the set point. Therefore, performing flow rate assay, where a primary pressure of reducing valve is reduced had become the cause which worsens the accuracy of measurement.

[0010] Moreover, in the thing of said conventional example, at the time of measurement, since the clausilium of a check valve was not perfect, the gas in tubing flowed backwards, the piping volume was changed, and there was a problem that flow rate measurement of a massflow controller will become unstable. That is, since the connection section latching valves 18B and 18C prepared in each branch pipes 12B and 12C are closed in the case of said instantiation, the pressures in the upstream tubing are 2 kgf/cm<sup>2</sup> by the regulator 14. It is adjusted. And if the latching valve 15 for measurement initiation is closed and measurement is started, the nitrogen gas in tubing will be discharged from process gas supply pipe 1A through massflow controller 2A.

[00011] However, since the amounts of outflow from immediately after initiation are few,

the differential pressure of the upstream of check valves 17B and 17C and the downstream is hardly produced. Therefore, clausilium of the check valves 17B and 17C is not carried out completely, but the nitrogen gas of check valve 17B and 17C downstream may flow backwards to the upstream decompressed gradually. However, such un-arranging does not necessarily surely happen each time, and check valves 17B and 17C close it correctly, and it may not produce a back flow. Therefore, in that there was a case where it was not closed with the case where check valves 17B and 17C are closed correctly, fluctuation for the volume between the check valves 17B and 17C and the connection section latching valves 18B and 18C in branch pipes 12B and 12C arises, flow rate measurement of a massflow controller becomes unstable, and exact flow rate assay cannot be performed.

[0012] Then, this invention is made in order to solve the trouble mentioned above, and it aims at offering the massflow controller flow rate assay system which raised the hydrometry precision of a massflow controller.

[0013]

[Means for Solving the Problem] The massflow controller flow rate assay system of this invention The multiple-processes gas line which carries out the sequential course of a process gas latching valve and the massflow controller, and supplies the process gas from the source of process gas to a process chamber, It has the measurement gas line by which multipoint connection was carried out to said process gas line that the process gas from the source of measurement gas supply should be discharged via said each massflow controller. To the intersection of said measurement gas line The 1st pressure regulator, Sequential piping of the latching valve for measurement initiation, a pressure sensor, and the 2nd pressure regulator is carried out. To a part for each tee of said measurement gas line Sequential piping of the connection section latching valve which performs cutoff between said process gas lines and measurement gas lines is carried out. It is characterized by performing flow rate assay of a massflow controller by measuring the pressure drawdown between said latching valve for measurement initiation and 2nd pressure regulator with said pressure sensor.

[0014] Therefore, after supply of process gas is intercepted by the closed process gas latching valve, the connection section latching valve connected with the massflow controller of the outside for measurement is closed and measurement gas is supplied from the source of measurement gas supply, where the inside of a gas line is set as place constant pressure with the 1st pressure regulator and the 2nd pressure regulator, the latching valve for measurement initiation is closed. And the pressure drawdown accompanying the measurement gas shut up in the gas line being discharged from a massflow controller predetermined in measurement gas is measured by the pressure sensor, and the flow rate of a massflow controller is measured based on the measured value. Therefore, during the measurement by which measurement gas is discharged from a massflow controller, with the 2nd pressure regulator, since the downstream is always maintained by 1 constant pressure, it does not require back pressure for the check valve of the closed connection section latching valve upstream, and does not generate a back flow.

Therefore, the volume change by the check valve at the time of measurement can be lost, and flow rate measurement of a massflow controller can be stabilized.

[0015] Moreover, the massflow controller flow rate assay system of this invention The multiple-processes gas line which carries out the sequential course of a process gas latching valve and the massflow controller, and supplies the process gas from the source of process gas to a process chamber, It has the measurement gas line by which multipoint connection was carried out to said process gas line that the process gas from the source of measurement gas supply should be discharged via said each massflow controller. To the intersection of said measurement gas line The 1st pressure regulator, Sequential piping of the latching valve for measurement initiation and the pressure sensor is carried out, and the branch line of the pressure regulator which makes a primary pressure of reducing valve decompress is further carried out to the downstream. To a part for each tee of said measurement gas line Sequential piping of the check valve which prevents the inflow of process gas, and the connection section latching valve which performs cutoff between said process gas lines and measurement gas lines is carried out. After it closes said latching valve for measurement initiation and said pressure regulator decompresses to predetermined timing, it is characterized by performing flow rate assay of a massflow controller by measuring pressure drawdown with said pressure sensor.

[0016] Therefore, after supply of process gas is intercepted by the closed process gas latching valve, the connection section latching valve connected with the massflow controller of the outside for measurement is closed and measurement gas is supplied from the source of measurement gas supply, where the inside of a gas line is set as place constant pressure with the 1st pressure regulator, the latching valve for measurement initiation is closed. After the latching valve for measurement initiation is closed and reduced pressure of a primary pressure of reducing valve is performed by the pressure regulator to predetermined timing, the pressure drawdown accompanying the measurement gas shut up in the gas line being discharged from a massflow controller predetermined in measurement gas is measured by the pressure sensor, and the flow rate of a massflow controller is measured based on the measured value. therefore, if reduced pressure of a primary pressure of reducing valve is performed by the pressure regulator to predetermined timing, the pressure of the check valve upstream will decompress -- having -- back pressure -- a check valve -- \*\* -- clausilium is carried out compulsorily and generating of a back flow is prevented. Therefore, the volume change by the check valve at the time of measurement can be lost, and flow rate measurement of a massflow controller can be stabilized.

[0017] Moreover, said pressure regulator is a latching valve for pressure regulation, and the massflow controller flow rate assay system of this invention is characterized by making a primary pressure of reducing valve decompress by opening after the clausilium of said latching valve for measurement initiation by passing the gas for measurement to the downstream of the latching valve for pressure regulation concerned set as low voltage. Therefore, clausilium of the check valve can be certainly carried out by the simple

configuration, the volume change by the check valve at the time of measurement can be lost, and flow rate measurement of a massflow controller can be stabilized.

[0018] Moreover, the massflow controller flow rate assay system of this invention Said latching valve for measurement initiation A normal close type air operation valve, When said latching valve for pressure regulation is the combination of a normally open type air operation valve, Or when each latching valve is the combination by the operation valve reverse type It is characterized by controlling supply of the actuation air to both latching valves by the common control valve, and being carried out through the speed controller with which supply of the actuation air to the latching valve for measurement initiation consists of a diaphragm and a check valve. Therefore, since the latching valve for pressure regulation is closed by it before it can reduce the configuration member and the latching valve for measurement initiation is opened by the common control valve with a speed controller at the time of measurement gas supply, since supply of actuation air is possible, the latching valve downstream for pressure regulation can be certainly changed into a low voltage condition.

[0019] Moreover, the massflow controller flow rate assay system of this invention is characterized by said pressure regulator making low voltage said pressure regulation latching valve downstream, when sequential piping is carried out and the latching valve for pressure regulation and an auxiliary latching valve open and close said auxiliary latching valve before the clausilium of said latching valve for measurement initiation. Therefore, the latching valve downstream for pressure regulation can be certainly changed into a low voltage condition by closing motion of an auxiliary latching valve.

[0020]

[Embodiment of the Invention] Next, the gestalt of 1 operation of the massflow controller flow rate assay system concerning this invention is explained. Drawing 1 is drawing having shown a part of gas circuit included in the massflow controller flow rate assay system (only henceforth a "flow rate assay system") of the gestalt of the 1st operation. Although this is the gas circuit formed of the almost same configuration as the thing (refer to drawing 10 ) of said conventional example, the 2nd regulator 21 is piped by the measurement gas supply line 11 as the description at the downstream of a pressure sensor 16. Therefore, except for this regulator 21, the thing and same sign of the conventional example are attached and explained about other configurations. By adjusting the pressure of the downstream, a regulator 21 loses the volume change by check valves 17A-17C, and it is formed in order to stabilize flow rate measurement of a massflow controller. Then, about the stability of the flow rate measurement by the gas circuit of such a configuration, while the measurement approach is shown, suppose that measurement precision is verified.

[0021] Drawing 2 is the circuit diagram having shown the measuring and test equipment based on this flow rate assay system. The gas line to the massflow controller 2 used as the candidate for measurement is constituted from this equipment by the measurement gas supply line 22, and the regulator 14, the latching valve 15 for measurement initiation, the pressure sensor 16, and the regulator 21 are piped in order by the upstream of that

measurement gas supply line 22 corresponding to the gas circuit shown in drawing 1 R> 1. And a massflow controller 2 is connected to the downstream of the measurement gas supply line 22, and the pressure sensor 23 which measures the pressure of the gas supplied to a massflow controller 2, and the mass flow meter 24 which measures the amount of outflow of a massflow controller 21 are piped, respectively.

[0022] Here, if the gas line to the massflow controller 2 (it corresponds to massflow controller 2A in drawing 1 ) which serves as a candidate for measurement from a regulator 21 is compared with the thing of the gas circuit of drawing 1 , branch pipe 12A, check valve 17A and connection section latching valve 18A which were piped there and process gas supply pipe 1A, and 2nd latching valve 4A piped there are omitted. On the other hand, in the downstream of a regulator 21 piped by the measurement gas supply line 22, multipoint connection of the branch pipe 25 which substituted for all the branch pipes 12B and 12C connected with the massflow controller (it corresponds to massflow controller 2B in drawing 1 and 2C) of the outside for measurement is carried out to the measurement gas supply line 22. And a check valve 17 and the connection section latching valve 18 are piped in order there, and the pressure sensor 26 is further piped with this metering device that the pressure which it is between the check valves 17 to which the volume is therefore changed inconvenient and the connection section latching valves 18 of a check valve 17 should be measured.

[0023] Moreover, the control section shown in this measuring and test equipment at drawing 2 is constituted. In addition, although not illustrated to drawing 1 , the same control section is constituted also in the flow rate assay system. Both the latching valve 15 for measurement initiation and the connection section latching valve 18 are normal close type air operation valves, and the solenoid valves 31 and 32 for adjusting supply of the actuation air which operates both the latching valves 15 and 18 are connected to the air pump which is not illustrated. The monitoring controller 31 connected to the drive power source 32 is connected to a solenoid valve 31, and it connects with the I/O board 35 connected to the drive power source 34 at the solenoid valve 32.

[0024] The control program is memorized that the monitoring controller 31 should open and close a solenoid valve 31 to predetermined timing. Moreover, the I/O board 35 is connected to the monitoring controller 31, and it connects with the personal computer 36 which performs control by this whole measurement testing device on the I/O board 35 further. On the other hand, the AD board 37 is connected to the personal computer 36.

[0025] On the other hand, with the measuring and test equipment based on the flow rate assay system of the gestalt of such this operation, the measuring and test equipment corresponding to the conventional flow rate assay system shown by drawing 10 is constituted, and it compares about the stability of flow rate measurement of both. Drawing 3 is the circuit diagram having shown the measuring and test equipment of the conventional flow rate assay system, and makes other configurations the same excluding the regulator 21 formed as a description of the gestalt of this operation as compared with the thing of drawing 2 . A same sign is attached and shown about the same configuration.



[0026] Then, the case of the measuring and test equipment of the flow rate assay system in the gestalt of this operation is explained previously. In addition, compression air is used for measurement gas instead of nitrogen gas. First, if the measurement start signal from a personal computer 36 is sent, the electrical potential difference from the drive power source 34 will be impressed to a solenoid valve 32 through the I/O board 35, actuation air will be intercepted by actuation of the excited solenoid valve 32, and the connection section latching valve 18 will be closed. Moreover, the measurement start signal from a personal computer 36 is transmitted to the monitoring controller 33 from the I/O board 35, and the electrical potential difference from the drive power source 32 is impressed to a solenoid valve 31. Therefore, actuation air is supplied by actuation of the excited solenoid valve 31, the latching valve 18 for measurement initiation can open, and the compression air from the air source of supply 38 is supplied to the measurement gas supply line 22.

[0027] Since the connection section latching valve 18 is closed, as for the air which flows to the branch pipe 25 by which the compression air supplied from the air source of supply 38 was discharged by the measurement gas supply line 22 through the massflow controller 2 and the mass flow meter 24 which were piped directly, and multipoint connection was carried out to the measurement gas supply line 22 on the other hand, the flow is stopped. By the way, with this measurement testing device, regulators 14 are 4 kgf/cm<sup>2</sup>. Since it is set up, at the downstream, the pressures in the measurement gas supply line 22 are 4 kgf/cm<sup>2</sup>. It will be maintained. Therefore, the measured value of a pressure sensor 16 is 4 kgf/cm<sup>2</sup>. It is \*\* carried out.

[0028] Moreover, the regulator 21 which makes the description of the gestalt of this operation prepared in the downstream is 2 kgf/cm<sup>2</sup>. It is set up. Therefore, the pressure in the measurement gas supply line 22 of the downstream and a branch pipe 25 is 2 kgf/cm<sup>2</sup> further. It will be maintained. Therefore, the measured value of a pressure sensor 23 and a pressure sensor 26 is 2 kgf/cm<sup>2</sup>. It is shown. And after the pressure in a gas line is set as the value mentioned above by the compression air supplied from the air source of supply 38, the energization to a solenoid valve 31 is stopped by the monitoring controller 33 to predetermined timing. Therefore, supply of actuation air is intercepted by actuation of a solenoid valve 31, and the latching valve 15 for measurement initiation is closed. Supply of compression air is intercepted by the clausilium of the latching valve 15 for measurement initiation, and measurement is started.

[0029] At this time, the monitor of the actual measurement data based on measurement of a pressure sensor 16 and a pressure sensor 26 and measurement of the mass flow meter 24 is carried out on the AD board 37 connected to the personal computer 36. Drawing 4 is the graph which made this actual measurement data the graph, showed it, took time amount along the axis of abscissa, took the pressure and the flow rate along the axis of ordinate, and was shown. First, if the latching valve 15 for measurement initiation is closed, the air shut up in the measurement gas supply line 22 will be discharged to atmospheric air through the massflow controller 2 by which a flow rate setup was carried out. Therefore, although the pressure of the downstream of the latching valve 15 for measurement

initiation will decline gradually, since pressure regulation is further performed by the regulator 21 in this measuring and test equipment, the pressures of that downstream are 2 kgf/cm<sup>2</sup>. It is maintained.

[0030] Then, since the air with which it filled up between the latching valve 15 for measurement initiation and the regulator 21 flows to the downstream, as the pressure measured by the pressure sensor 16 shows drawing 4, a loose descent line is shown from immediately after measurement initiation. Moreover, constant value is maintained as the amount of outflow of a massflow controller 2 is shown in drawing 4. Therefore, the pressure measured in a pressure sensor 16 will descend at a fixed rate. On the other hand, the regulator 21 downstream is always 2 kgf/cm<sup>2</sup>. Since it is maintained by the pressure, as for the \*\* measurement \*\*\*\* pressure, constant value is maintained by the pressure sensor 26. In addition, it is transmitted to the AD board 37 and this actual measurement data (P16, P26, MFM24) is outputted from the personal computer 36 which analyzed that data.

[0031] Next, the case of the measuring and test equipment in the conventional flow rate assay system ( drawing 10 ) shown in drawing 3 is explained. The test method is the same as that of the thing of the gestalt of this operation mentioned above. Since the connection section latching valve 18 is closed, as for the air which flows to the branch pipe 25 by which the compression air supplied from the air source of supply 38 was discharged by the measurement gas supply line 22 through the massflow controller 2 and the mass flow meter 24 which were piped directly, and multipoint connection was carried out to the measurement gas supply line 22 on the other hand, the flow is stopped. By the way, with this measurement testing device, regulators 14 are 2 kgf/cm<sup>2</sup>. Since it is set up, at the downstream, the pressures in the measurement gas supply line 22 and a branch pipe 25 are 2 kgf/cm<sup>2</sup>. It will be maintained. Therefore, the measured value of a pressure sensor 16 and a pressure sensor 26 is 2 kgf/cm<sup>2</sup>. It is \*\* carried out.

[0032] And as mentioned above by the compression air supplied from the air source of supply 38, the pressures in a gas line are 2 kgf/cm<sup>2</sup>. After being set up, the energization to a solenoid valve 31 is intercepted by the monitoring controller 33 to predetermined timing. Therefore, supply of actuation air is intercepted by actuation of a solenoid valve 31, the latching valve 15 for measurement initiation is closed, and measurement is started.

[0033] At this time, the monitor of the actual measurement data based on measurement of a pressure sensor 16 and a pressure sensor 26 and measurement of the mass flow meter 24 is carried out on the AD board 37 connected to the personal computer 36. Drawing 5 is the graph which made this actual measurement data the graph, showed it, took time amount along the axis of abscissa, took the pressure and the flow rate along the axis of ordinate, and was shown. first, if the latching valve 15 for measurement initiation is closed, the air boiled and shut up in the measurement gas supply line 22 will be discharged to atmospheric air through the massflow controller 2 by which a flow rate setup was carried out. Therefore, the downhill course which falls gradually as the pressure measured by the pressure sensor 16 is shown in drawing 5 was shown by discharge of the air in the latching

valve 15 downstream for measurement initiation. Moreover, although it goes up in order that the amount of outflow of a massflow controller 2 may enlarge the aperture of a valve so that it may compensate the flow rate fall immediately after measurement initiation as shown in drawing 5, discharge of the stable setting flow rate is maintained after that. Therefore, the pressure measured in a pressure sensor 16 will descend at a fixed rate.

[0034] And as the technical problem of this time former also showed, when an actuation mistake arises in a check valve 17, the downhill course to which the pressure carried out by the pressure sensor 26 as shown in drawing 5 falls gradually will be shown. If the pressure of the upstream declines, the pressure of the downstream will become high relatively, and clausilium of the check valve 17 should be carried out so that back pressure may be applied and the air of the downstream may not flow backwards by that. The inside of tubing between a check valve 17 and the connection section latching valve 18 will be in a sealing condition, and since the back flow of air does not arise, the pressure measured by the pressure sensor 26 will show constant value to such always [ forward ].

[0035] However, if clausilium of the check valve 17 is not completely carried out by actuation mistake, air will flow backwards with reduced pressure of the upstream. Drawing 5 shows such a situation. Therefore, the pressures measured with a pressure sensor 16 in the measuring and test equipment in the conventional flow rate assay system shown in drawing 3 are 2 kgf/cm<sup>2</sup> by discharge of the air from immediately after measurement initiation. The pressures which are that descended gradually from the value and a check valve 17 was not closed, and are measured with a pressure sensor 26 are also 2 kgf/cm<sup>2</sup>. The value which descends gradually from a value will be shown. And the test result in the measuring and test equipment with which the switching condition of the check valve 17 at the time of the measurement which will come is performed repeatedly showed that it was the phenomenon generated irregularly.

[0036] On the other hand, with the measuring and test equipment in the flow rate assay system of the gestalt of this operation, in order for a regulator 21 to maintain the upstream and the downstream pressure of a check valve 17 at constant value, the back flow by the check valve 17 was lost by stopping the flow of the air in a branch pipe 25. The measured value of the pressure sensor 26 shown in drawing 4 R> 4 became fixed so that that might be shown. Therefore, in the measuring and test equipment of the gestalt of this operation, the volume change by closing motion of a check valve 17 like before is lost, and measurement always came to be performed under the volume of the connection section latching valve 18 upstream at the time of flow rate measurement. Therefore, it turns out that it is stabilized and flow rate measurement can be performed from the test result of this measurement test equipment also about the flow rate assay system shown in drawing 1. There, the case where flow rate assay of for example, massflow controller 2A is performed is explained.

[0037] First, all the 1st latching valve 3A-3C is closed, and supply of process gas A-C is intercepted. Subsequently, the connection section latching valves 18A-18C are opened, and the pressures of the downstream of a regulator 14 are 4 kgf/cm<sup>2</sup>. The pressures of the

downstream of a regulator 21 are 2 kgf/cm<sup>2</sup>. The latching valve 15 for measurement initiation is opened in the condition of having been adjusted so that it might become. Therefore, the nitrogen gas supplied from the high-pressure nitrogen source 13 flows from the measurement gas supply line 11 to the process gas supply pipes 1A-1C, and it blows to an exhaust side through the process chamber which is not illustrated, and scavenges the process gas which remains in process gas supply pipe 1A - 1C. Then, the connection section latching valves 18B and 18C are closed, and the discharge from massflow controller 2B and 2C is stopped.

[0038] Although nitrogen gas continues being discharged a setting flow rate every through massflow controller 2A, it is replaced with one side through a regulator 14 from the high-pressure nitrogen source 6. Therefore, for the pressure in tubing, the downstream of a regulator 14 is 4 kgf/cm<sup>2</sup> until before a regulator 21. It is maintained and the regulator 21 downstream is 2 kgf/cm<sup>2</sup>. It is maintained. After the inside of tubing is stabilized in such a setting pressure, closing \*\*\*\*\* are started for the latching valve 15 for measurement initiation. The nitrogen gas of a setting flow rate continues being discharged from a massflow controller 1 through branch pipe 12A which the nitrogen gas confined in the downstream by the clausilium of the latching valve 15 for measurement initiation is opening for free passage to the discharge side. And the pressure of the latching valve 15 downstream for measurement initiation by which supply was stopped by discharge of nitrogen gas, i.e., the pressure measured by the pressure sensor 16, will descend gradually.

[0039] However, since the regulator 21 is formed in the lower stream of a river of a pressure sensor 16, the pressures of the regulator 21 downstream are still 2 kgf/cm<sup>2</sup>. The pressure is maintained. Therefore, since the check valves 17B and 17C which had fear of a back flow conventionally do not have differential pressure at the upstream and downstream, it does not flow backwards, and flow rate measurement of massflow controller 2A is performed under the stable fixed volume. Therefore, in a flow rate assay system, flow rate measurement is performed by the pressure drawdown time amount in predetermined pressure broadening based on the measured value outputted from a pressure sensor 16. the gestalt of this operation for example, -- the measured value of a pressure sensor 16 -- 3.5 kgf/cm<sup>2</sup> in the place which became, the monitor of pressure data begins on the AD board 37 connected to the personal computer 36 -- having -- 3.3 - 2.8 kgf/cm<sup>2</sup> up to -- flow rate measurement is performed by pressure drawdown time amount. And flow rate rate of change is computed by the comparison operation of the pressure drawdown time amount measured this time and the pressure drawdown time amount in the initial state of massflow controller 2A being carried out, and flow rate assay of massflow controller 2A is performed based on it.

[0040] As mentioned above, since the 2nd regulator 21 was further formed in the measurement location downstream by the pressure sensor 16 as a pressure regulator according to the flow rate assay system of the gestalt of this operation even if it has check valves 17A-17C all over a gas circuit as explained to the detail, the effect of a back flow was able to be lost by keeping constant the pressure before and behind check valves 17A-17C.

Therefore, the volume at the time of performing flow rate measurement of massflow controller 2A (2B, 2C) becomes always fixed, and the assay will be performed with a sufficient precision. In addition, although the case where it was based on the volume change by the fall of the primary pressure of reducing valve of the massflow controller which check valves 17A-17C do, especially valve opening of check valves 17A-17C was shown and the gestalt of this operation explained Forming the 2nd regulator 21 in the measurement location downstream by the pressure sensor 16 as a pressure regulator Irrespective of the existence of a check valve, the primary pressure of reducing valve of a massflow controller can be stabilized, and the hydrometry precision of a massflow controller can be raised by this.

[0041] Next, the gestalt of the 2nd operation of the massflow controller flow rate assay system concerning this invention is explained. Drawing 6 is drawing having shown a part of gas circuit included in the flow rate assay system of the gestalt of the 2nd operation. It is the gas circuit in which the thing of the gestalt of this operation was also formed of the almost same configuration as the thing of said conventional example, and the description is the point of having formed the pressure regulating valve 41 in the measurement gas supply line 11. Then, except for this pressure regulating valve 41, the thing and same sign of the conventional example are attached and explained about other configurations. This pressure regulating valve 41 is formed in order to make the pressure of check valve 17A - 17C upstream decompress momentarily. Then, while a measurement testing device is shown like the gestalt of said 1st operation about the stability of the flow rate measurement by the gas circuit of such a configuration and the measurement approach is shown, suppose that measurement precision is verified.

[0042] Drawing 7 is the circuit diagram having shown the measuring and test equipment formed based on the flow rate assay system of the gestalt of this operation. The gas line to the massflow controller 2 used as the candidate for measurement is constituted from this equipment by the measurement gas supply line 22, and the regulator 14, the latching valve 15 for measurement initiation, and the pressure sensor 16 are piped in order by the upstream of that measurement gas supply line 22 corresponding to the gas circuit shown in drawing 6 . And the mass flow meter 24 which measures a massflow controller 2 and its amount of outflow is piped by the downstream of the measurement gas supply line 22. On the other hand, multipoint connection of the branch pipe 25 is carried out to the upstream in front of a massflow controller 2 at the measurement gas supply line 22. And the branch pipe 25 branches to a 2-way further, a check valve 17, a pressure sensor 26, and the connection section latching valve 18 are piped in order by one side, and the pressure regulating valve 41 is piped in another side.

[0043] A pressure regulating valve 41 is the normally open type Ayr operation valve, and the air pipe which is common so that it may operate by the actuation air from the same solenoid valve 31 as the latching valve 15 for measurement initiation is connected. The latching valve 15 for measurement initiation is the normal close type Ayr operation valve, and the speed controller for it being behind a little to a pressure regulating valve 41 closing,

and making it open is formed. Specifically it extracts to the latching valve 15 for measurement initiation, an air pipe is connected through 42, and the check valve 43 which intercepts the flow by the side of the latching valve 15 for measurement initiation is piped and constituted by the bypass connected so that the drawing 42 might be straddled. Moreover, for the pressure regulation tubing 44 of the pressure-regulating valve 41 downstream, when a pressure regulating valve 41 opens the piping volume of the downstream so that it may mention later although closed, and the gas of the upstream flows into the pressure regulation tubing 44 of the downstream, the pressure drawdown width of face of the upstream is about 0.3 kgf/cm<sup>2</sup>. It is designed so that it may become.

[0044] Then, flow rate measurement of the measuring and test equipment in the flow rate assay system of the gestalt of this operation is explained. In addition, also in an exam, compression air is used for measurement gas instead of nitrogen gas. First, if the measurement start signal from a personal computer 36 is sent, the electrical potential difference from the drive power source 34 will be impressed to a solenoid valve 32 through the I/O board 35, actuation air will be intercepted by actuation of the excited solenoid valve 32, and the connection section latching valve 18 will be closed. Moreover, the measurement start signal from a personal computer 36 is transmitted to the monitoring controller 33 from the I/O board 35, and the electrical potential difference from the drive power source 32 is impressed to a solenoid valve 31. Therefore, actuation air is supplied by actuation of the excited solenoid valve 31, the latching valve 15 for measurement initiation can open, and the compression air from the air source of supply 38 is supplied to the measurement gas supply line 22.

[0045] Although the actuation air supplied by actuation of a solenoid valve 31 is supplied to a pressure regulating valve 41 and the latching valve 15 for measurement initiation with the same air pipe at coincidence at this time, actuation of the latching valve 15 for measurement initiation will be overdue with a speed controller. Since the amount of supply of the actuation air supplied to the latching valve 15 for measurement initiation extracts and it is restricted by 42, it is to take time amount, before reaching the pressure which operates the latching valve 15 for measurement initiation compared with a pressure regulating valve 41.

[0046] Then, the compression air supplied from the air source of supply 38 is discharged by the latching valve 15 for measurement initiation been [ the latching valve / it ] late and opened at the measurement gas supply line 22 through the massflow controller 2 and the mass flow meter 24 which were piped directly. Since the connection section latching valve 18 and the pressure regulating valve 41 are closed, as for the air which flows on the other hand to the branch pipe 25 by which multipoint connection was carried out to the measurement gas supply line 22, the flow is stopped. With this measurement testing device, regulators 14 are 2 kgf/cm<sup>2</sup>. Since it is set up, at the downstream, pressures are 2 kgf/cm<sup>2</sup>. It will be gone up and stabilized. Moreover, since a pressure regulating valve 41 is closed before compression air is supplied from the air source of supply 38, the inside of the pressure regulation tubing 44 of the downstream of a pressure regulating valve 41 is 2

kgf/cm<sup>2</sup>. Compared with the set-up upstream, it has low voltage.

[0047] And after the pressure in a gas line is set as the value mentioned above by the compression air supplied from the air source of supply 38 and being stabilized, the energization to a solenoid valve 31 is stopped to predetermined timing. Therefore, supply of actuation air is intercepted by actuation of a solenoid valve 31, and closing \*\*\*\*\* are started for the latching valve 18 for measurement initiation. At this time, the monitor of the actual measurement data based on measurement of a pressure sensor 16 and a pressure sensor 26 and measurement of the mass flow meter 24 is carried out on the AD board 37 connected to the personal computer 36. Drawing 8 is the graph which made this actual measurement data the graph, showed it, took time amount along the axis of abscissa, took the pressure and the flow rate along the axis of ordinate, and was shown.

[0048] If the latching valve 18 for measurement initiation is closed by supply cutoff of actuation air, a pressure regulating valve 41 can open in it and coincidence. the downstream of the moment and the latching valve 15 for measurement initiation -- 2 kgf/cm<sup>2</sup> from -- about 0.3 kgf/cm<sup>2</sup> It is generated by the amount of rapid pressure drawdown. The air shut up by cutoff of the latching valve 15 for measurement initiation is for flowing momentarily into the pressure regulation tubing 44 of the pressure-regulating-valve 41 downstream. Therefore, a check valve 17 will require the back pressure by rapid pressure drawdown immediately after measurement initiation, and will be closed certainly. Then, the rapid pressure drawdown by the pressure regulating valve 41 is measured by the pressure sensor 16, and rapid \*\*\*\*\* is shown as shown in drawing 8 . And since the air confined in the latching valve 15 downstream for measurement initiation is discharged a setting flow rate every through a massflow controller 2, the downhill course which falls gradually continuously is shown.

[0049] The pressure of the check valve 17 downstream measured on the other hand by the pressure sensor 26 which detects the downstream of a check valve 27 is always kept constant regardless of measurement initiation order, as shown in drawing 8 . This is because the back flow has not arisen to the air by which clausilium of the check valve 17 was completely carried out, and it was shut up between the connection section latching valves 18. Moreover, as shown in drawing 8 , it is once rapidly stable [ the output of the mass flow meter 24 which measures the amount of outflow of a massflow controller 2 / the flow rate ] in constant flow a projection and after that immediately after measurement initiation. This is because the aperture of the valve of a massflow controller 2 becomes large momentarily so that it may compensate the flow rate fall accompanying the pressure drawdown immediately after measurement initiation. Since the air in a gas line is stabilized after that, the air of a rat tail and a setting flow rate will be again discharged for a massflow controller 2. In addition, it is transmitted to the AD board 37 and this actual measurement data (P16, P26, MFM24) is outputted from the personal computer 36 which analyzed that data.

[0050] Therefore, according to the measuring and test equipment in the flow rate assay system of the gestalt of this operation, in order to carry out pressure drawdown of the

upstream pressure of a check valve 17 rapidly by the pressure regulating valve 41 immediately after measurement initiation, clausilium of the check valve 17 was carried out correctly, and the back flow of air was lost. The pressure measured by the pressure sensor 26 shown by drawing 8 became fixed so that that might be shown. Therefore, also with the measuring and test equipment of the gestalt of this operation, the volume change by closing motion of a check valve 17 like before will be lost, and the volume of the check valve 17 upstream will always be applicable for flow rate measurement. Therefore, it turns out that it is stabilized and flow rate measurement can be performed from the test result of this measurement test equipment also about the flow rate assay system shown in drawing 6 . There, the case where flow rate assay of for example, massflow controller 2A is performed is explained.

[0051] First, all the 1st latching valve 3A-3C is closed, and supply of process gas A-C is intercepted. Subsequently, the connection section latching valves 18A-18C are opened, and the pressures of the downstream of a regulator 14 are 2 kgf/cm<sup>2</sup>. The latching valve 15 for measurement initiation is opened in the condition of having been adjusted. At this time, pressure regulating valves 41 are 2 kgf/cm<sup>2</sup> like [ it is closed and ] the measuring and test equipment which mentioned the pressure of that downstream above. It compares and is maintained at low voltage. Moreover, the connection section latching valves 18B and 18C are closed, and do not flow to massflow controller 2B and 2C. Therefore, the nitrogen gas supplied from the high-pressure nitrogen source 13 flows from the measurement gas supply line 11 to the process gas supply pipes 1A-1C, and it blows to an exhaust side through the process chamber which is not illustrated, and scavenges the process gas which remains in process gas supply pipe 1A - 1C. Then, the connection section latching valves 18B and 18C are closed, and the discharge from massflow controller 2B and 2C is stopped.

[0052] Although nitrogen gas continues being discharged a setting flow rate every through massflow controller 2A, it is replaced with one side through a regulator 14 from the high-pressure nitrogen source 6. Therefore, the downstream of a regulator 14 is 2 kgf/cm<sup>2</sup>. It is maintained. Then, the latching valve 15 for measurement initiation is closed from this condition, and measurement is started. While supply of nitrogen gas is intercepted by the clausilium of this latching valve 15 for measurement initiation, a pressure regulating valve 41 can open. Therefore, the nitrogen gas shut up by the clausilium of the latching valve 15 for measurement initiation in the gas line will flow into the pressure regulation tubing 44 of the pressure-regulating-valve 41 downstream with a more low pressure by valve opening of a pressure regulating valve 41. therefore, the pressure of the latching valve 15 downstream for measurement initiation -- 2 kgf/cm<sup>2</sup> from -- rapid pressure drawdown is produced and all the check valves 17A-17C are closed by back pressure.

[0053] And the nitrogen gas of a setting flow rate continues being discharged from a massflow controller 1 through branch pipe 12A which the nitrogen gas confined in the downstream by the clausilium of the latching valve 15 for measurement initiation is opening for free passage to the discharge side. And by discharge of nitrogen gas, the pressure of the latching valve 15 downstream for measurement initiation by which supply



was stopped will decline, and the measured value of a pressure sensor 16 will descend gradually. A clausilium condition is maintained by the differential pressure of the upstream which decompresses check valves 17B and 17C further, and the downstream maintained at 2 kgf/cm<sup>2</sup> at this time. Therefore, clausilium of the check valves 17B and 17C which had fear of a back flow conventionally is carried out certainly, and flow rate measurement of massflow controller 2A is performed under the stable fixed volume. Therefore, in a flow rate assay system, flow rate measurement is performed by the pressure drawdown time amount in predetermined pressure broadening based on the measured value of a pressure sensor 16. And flow rate rate of change is computed by the comparison operation of the pressure drawdown time amount measured this time and the pressure drawdown time amount in the initial state of massflow controller 2A being carried out, and flow rate assay of massflow controller 2A is performed based on it.

[0054] As mentioned above, as explained to the detail, according to the flow rate assay system of the gestalt of this operation Since the pressure immediately after measurement initiation is lowered and it was made to carry out clausilium of the check valves 17A-17C by the pressure regulating valve 41 certainly even if it has check valves 17A-17C all over a gas circuit The volume at the time of performing flow rate measurement of massflow controller 2A (2B, 2C) becomes always fixed, and the assay will be performed with a sufficient precision. By the way, with the gestalt of this operation, although explained focusing on the trouble by check valves 17A-17C, the 2nd regulator 21 may be further formed in the measurement location downstream by the pressure sensor 16 as a pressure regulator like the gestalt of said 1st operation to this flow rate assay system. Then, the primary pressure of reducing valve of a massflow controller can be stabilized further, and the hydrometry precision of a massflow controller can be raised by this.

[0055] In addition, various modification is possible for this invention in the range which is not necessarily limited to the gestalt of said operation and does not deviate from the meaning. For example, the regulator shown with the gestalt of said 1st operation applicable to a pressure regulator according to claim 1 does not ask exceptions, such as fixed or an electronic formula regulator. Moreover, the configuration of the pressure regulator according to claim 2 shown with the gestalt of said 2nd operation should be limited to what is depended on a pressure regulating valve 41 and the pressure regulation tubing 44, for example, should close the pressure regulation tubing 44, and is good also as a vent line. In this case, a pressure regulating valve 41 is opened and closed by the time amount which produces predetermined pressure drawdown. Moreover, you may make it omit the diaphragm 42 and check valve 43 which constitute a speed controller from piping a serial in a pressure regulating valve 41 and the auxiliary latching valve 45, as shown in drawing 9 . In this case, the auxiliary latching valve 45 is opened and closed before measurement initiation, and the pressure-regulating-valve 45 downstream is changed into a low voltage condition.

[0056]

[Effect of the Invention] The multiple-processes gas line which this invention carries out

the sequential course of a process gas latching valve and the massflow controller, and supplies the process gas from the source of process gas to a process chamber, It has the measurement gas line by which multipoint connection was carried out to the process gas line that the process gas from the source of measurement gas supply should be discharged via each massflow controller. To the intersection of a measurement gas line The 1st pressure regulator, Sequential piping of the latching valve for measurement initiation, a pressure sensor, and the 2nd pressure regulator is carried out. To a part for each tee of a measurement gas line Since the connection section latching valve which performs cutoff between a process gas line and a measurement gas line considered as the configuration which carried out sequential piping During the measurement by which measurement gas is discharged from a massflow controller, since the downstream was always maintained by 1 constant pressure with the 2nd pressure regulator, it became possible [ offering the massflow controller flow rate assay system which raised the hydrometry precision of a massflow controller ].

[0057] Moreover, the multiple-processes gas line which this invention carries out the sequential course of a process gas latching valve and the massflow controller, and supplies the process gas from the source of process gas to a process chamber, It has the measurement gas line by which multipoint connection was carried out to the process gas line that the process gas from the source of measurement gas supply should be discharged via each massflow controller. To the intersection of a measurement gas line The 1st pressure regulator, Sequential piping of the latching valve for measurement initiation and the pressure sensor is carried out, and the branch line of the pressure regulator which makes a primary pressure of reducing valve decompress is further carried out to the downstream. To a part for each tee of a measurement gas line Sequential piping of the check valve which prevents the inflow of process gas, and the connection section latching valve which performs cutoff between a process gas line and a measurement gas line is carried out. Since it considered as the configuration which performs flow rate assay of a massflow controller by measuring pressure drawdown with a pressure sensor after it closed the latching valve for measurement initiation and the pressure regulator decompressed to predetermined timing a check valve -- \*\* -- since clausilium was carried out compulsorily, it became possible to offer the massflow controller flow rate assay system by which the volume change of by the check valve at the time of measurement was lost, and flow rate measurement of a massflow controller was stabilized.

[0058] This invention a pressure regulator moreover, by being a latching valve for pressure regulation and opening after the clausilium of the latching valve for measurement initiation Since it considered as the configuration which makes a primary pressure of reducing valve decompress by passing the gas for measurement to the downstream of the latching valve for pressure regulation concerned set as low voltage Clausilium of the check valve could be certainly carried out by the simple configuration, and it became possible to offer the massflow controller flow rate assay system by which the volume change of by the check valve at the time of measurement was lost, and flow rate measurement of a

massflow controller was stabilized.

[0059] The latching valve for measurement initiation this invention Moreover, a normal close type air operation valve, When the latching valve for pressure regulation is the combination of a normally open type air operation valve, Or when each latching valve is the combination by the operation valve reverse type Since it constituted so that it might be carried out through the speed controller with which supply of the actuation air to both latching valves is controlled by the common control valve, and supply of the actuation air to the latching valve for measurement initiation consists of a diaphragm and a check valve In order to close the latching valve for pressure regulation by it before it can reduce the configuration member and the latching valve for measurement initiation is opened by the common control valve with a speed controller at the time of measurement gas supply, since supply of actuation air is possible, It became possible to offer the massflow controller flow rate assay system which can change certainly the latching valve downstream for pressure regulation into a low voltage condition.

[0060] Moreover, since the pressure regulator considered this invention as the configuration which makes the pressure regulation latching valve downstream low voltage when sequential piping is carried out and the latching valve for pressure regulation and an auxiliary latching valve open and close an auxiliary latching valve before the clausilium of the latching valve for measurement initiation, it became possible [ offering the massflow controller flow rate assay system which can change the latching valve downstream for pressure regulation into a low voltage condition certainly by closing motion of an auxiliary latching valve ].

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing having shown a part of gas circuit which constitutes the flow rate assay system of the gestalt of the 1st operation concerning this invention.

[Drawing 2] It is the circuit diagram having shown the measuring and test equipment in the flow rate assay system of the gestalt of the 1st operation.

[Drawing 3] It is the circuit diagram having shown the measuring and test equipment in the conventional flow rate assay system.

[Drawing 4] It is drawing in which having made the actual measurement data of the measuring and test equipment in the flow rate assay system of the gestalt of the 1st operation into the graph, and having shown them.

[Drawing 5] It is drawing in which having made the actual measurement data of the measuring and test equipment in the conventional flow rate assay system into the graph, and having shown them.

[Drawing 6] It is drawing having shown a part of gas circuit which constitutes the flow rate assay system of the gestalt of the 2nd operation concerning this invention.

[Drawing 7] It is the circuit diagram having shown the measuring and test equipment in

the flow rate assay system of the gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 8] It is drawing in which having made the actual measurement data of the measuring and test equipment in the flow rate assay system of the gestalt of the 2nd operation into the graph, and having shown them.

[Drawing 9] It is drawing having shown a part of gas circuit which constitutes the flow rate assay system of the gestalt of other operations concerning this invention.

[Drawing 10] It is drawing having shown a part of gas circuit which constitutes the conventional flow rate assay system.

[Description of Notations]

- 1, 1A-1C Process gas supply pipe
- 2, 2A-2C Massflow controller
- 3A-3C The 1st latching valve
- 4A-4C The 2nd latching valve
- 5A-5C The 3rd latching valve
- 11 22 Measurement gas supply line
- 12A- 12C and 25 Branch pipe
- 13 High-Pressure Nitrogen Source
- 14 21 Regulator
- 15 Latching Valve for Measurement Initiation
- 16, 23, 26 Pressure sensor
- 17, 17A-17C Check valve
- 18, 18A-18C Connection section latching valve
- 31 32 Solenoid valve
- 31 Monitoring Controller
- 35 I/O Board
- 36 Personal Computer
- 37 AD Board

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-223538

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月17日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 1 F 1/34

G 0 1 F 1/34

Z

// F 1 5 C 1/04

F 1 5 C 1/04

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-25508

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月6日

(71) 出願人 000106760

シーケーディ株式会社

愛知県小牧市大字北外山字早崎3005番地

(72) 発明者 林本 茂

愛知県春日井市堀の内町850番地 シーケ

ーディ株式会社春日井事業所内

(72) 発明者 坂井 厚之

愛知県春日井市堀の内町850番地 シーケ

ーディ株式会社春日井事業所内

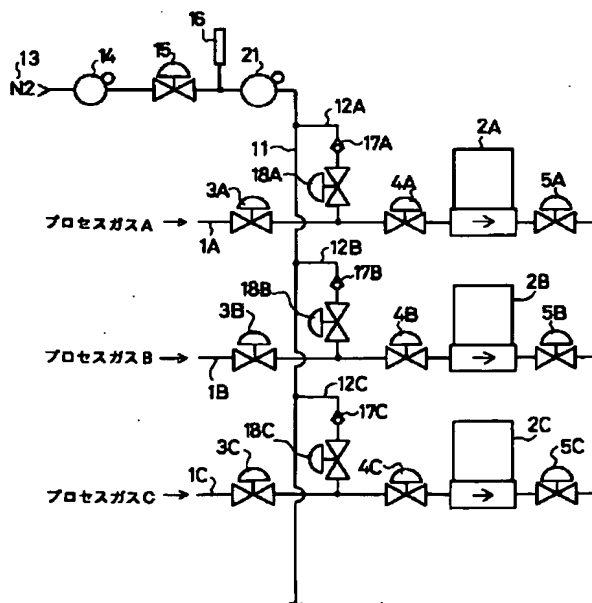
(74) 代理人 弁理士 富澤 孝 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 マスフローコントローラ流量検定システム

(57) 【要約】

【課題】 マスフローコントローラの流量測定精度を向上させたマスフローコントローラ流量検定システムを提供すること。

【解決手段】 本発明のマスフローコントローラ流量検定システムは、プロセスガスを供給する複数のプロセスガスライン1A~1Cと、そのプロセスガスラインに分岐接続された計測ガスライン11とを有し、計測ガスライン11の共通部分には、第1圧力調整器14と、計測開始用遮断弁15と、圧力センサ16と、第2圧力調整器21とが順次配管され、計測ガスライン11の各分岐部分12A~12Cには、連結部遮断弁118A~118Cとが順次配管されたものであって、計測開始用遮断弁15と第2圧力調整器21との間の圧力降下を圧力センサ16によって測定することでマスフローコントローラ2A~2Cの流量検定を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プロセスガス遮断弁とマスフローコントローラとを順次経由してプロセスガス源からのプロセスガスをプロセスチャンバに供給する複数のプロセスガスラインと、

計測ガス供給源からのプロセスガスを前記各マスフローコントローラを経由して排出すべく、前記プロセスガスラインに分岐接続された計測ガスラインとを有し、前記計測ガスラインの共通部分には、第 1 圧力調整器と、計測開始用遮断弁と、圧力センサと、第 2 圧力調整器とが順次配管され、前記計測ガスラインの各分岐部分には、前記プロセスガスラインと計測ガスライン間の遮断を行う連結部遮断弁とが順次配管されたものであって、

前記計測開始用遮断弁と第 2 圧力調整器との間の圧力降下を前記圧力センサによって測定することでマスフローコントローラの流量検定を行うことを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

【請求項 2】 プロセスガス遮断弁とマスフローコントローラとを順次経由してプロセスガス源からのプロセスガスをプロセスチャンバに供給する複数のプロセスガスラインと、

計測ガス供給源からのプロセスガスを前記各マスフローコントローラを経由して排出すべく、前記プロセスガスラインに分岐接続された計測ガスラインとを有し、前記計測ガスラインの共通部分には、第 1 圧力調整器と、計測開始用遮断弁と、圧力センサとが順次配管され、更にその下流側には一次圧を減圧させる圧力調整器が分岐配管され、前記計測ガスラインの各分岐部分には、プロセスガスの流入を防止する逆止弁と、前記プロセスガスラインと計測ガスライン間の遮断を行う連結部遮断弁とが順次配管されたものであって、前記計測開始用遮断弁を閉じて前記圧力調整器が所定のタイミングで減圧を行った後、前記圧力センサによって圧力降下を測定することでマスフローコントローラの流量検定を行うことを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

【請求項 3】 請求項 2 に記載のマスフローコントローラ流量検定システムにおいて、前記圧力調整器は、圧力調整用遮断弁であって、前記計測開始用遮断弁の閉弁の後に開弁することによって、低下に設定した当該圧力調整用遮断弁の下流側に計測用ガスを流すことによって一次圧を減圧させることを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

【請求項 4】 請求項 3 に記載のマスフローコントローラ流量検定システムにおいて、前記計測開始用遮断弁がノーマルクローズタイプのアオペレート弁、前記圧力調整用遮断弁がノーマルオープンタイプのアオペレート弁の組み合わせである場合、又はそれぞれの遮断弁が逆のタイプのオペレート弁によ

る組み合わせである場合に、両遮断弁への作動エアの供給が共通の制御弁によって制御されるものであって、計測開始用遮断弁への作動エアの供給が絞りと逆止弁とからなるスピードコントローラを介して行われることを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

【請求項 5】 請求項 3 に記載のマスフローコントローラ流量検定システムにおいて、前記圧力調整器は、圧力調整用遮断弁と補助遮断弁とが順次配管されたものであって、前記計測開始用遮断弁の閉弁前に前記補助遮断弁を開閉することによって、前記圧力調整遮断弁下流側を低圧にすることを特徴とするマスフローコントローラ流量検定システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体製造設備等に用いられるガスライン中に配管されたマスフローコントローラの流量検定システムに関し、さらに詳細には、流量計測時の容積変化をなくし安定した流量計測が可能なマスフローコントローラ流量検定システムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体製造設備中の成膜装置、乾式エッチング装置等においては、例えばシランやホスフィン等のいわゆる特殊材料ガスや塩素ガス等の腐食性ガスおよび水素ガス等の強燃性ガス等が使用される。これらのガスは、①その流量がプロセスの良否に直接影響すること、②排気系に設置される除害装置の負担、③ガス自体が高価であること、等の理由によりその流量が極めて厳格に管理される。そこで、ガスライン中には公知のマスフローコントローラが配管され、そのマスフローコントローラによってガス種およびプロセスレシピごとに最適な流量のガスが流される。マスフローコントローラでは、このような流量の設定が印加電圧の調節により行われる。

【0003】ところで、プロセスガスのうち特に成膜用材料ガスは、その特性上ガスライン内でも固形物を析出する可能性があり、その析出固形物が蓄積されガスライン内の容量変化を生じさせることがある。特に、マスフローコントローラ内の細管部分では、他の部分と比較して固形物が析出する可能性や析出した場合の影響が大きい。従って、析出固形物が蓄積されると、最適な流量を極めて厳格に管理するマスフローコントローラの性能が低下し、プロセスの安定性が阻害されることとなる。そのため、マスフローコントローラにおける印加電圧と実流量との関係が崩れ、適正な流量のガス供給が行われなくなってしまう。

【0004】現実にはこのような変化が起こった場合には、正しいガス流量を流すべく印加電圧の設定を修正し

なければならないが、このとき、マスフローコントローラの流量を計測する必要がある。そこで、従来のマスフローコントローラ流量検定システムとして次のようなものが挙げられる。図 10 は、従来のマスフローコントローラ流量検定システムに組み込まれたガス回路の一部を示した図である。プロセスガス A～C を図示しないプロセスチャンバに供給するプロセスガスラインは、プロセスガス供給管 1 A～1 C にマスフローコントローラ 2 A～2 C が配管され、その上流側には第 1 遮断弁 3 A～3 C と第 2 遮断弁 4 A～4 C とが、更にその下流側には第 3 遮断弁 5 A～5 C が配管されている。

【0005】一方、計測用ガスを供給する計測ガスラインは、計測ガス供給管 11 が、プロセスガス供給管 1 A～1 C の第 1 遮断弁 3 A～3 C と第 2 遮断弁 4 A～4 C との間に、分岐管 12 A～12 C を介して分岐接続されている。計測用ガスとして窒素ガスを用い、その流量計測用の高圧窒素源 13 に計測ガス供給管 11 が接続されている。そして、その計測ガス供給管 11 には、レギュレータ 14、計測開始用遮断弁 15 及び圧力センサ 16 が順次配管されている。また、各分岐管 12 A～12 C には、逆止弁 17 A～17 C 及び連結部遮断弁 18 A～18 C が配管されている。逆止弁 17 A～17 C は、2 種類以上のガスが混合されて生成物が発生する危険を避けるために設けられている。

【0006】そこで、このようなガス回路からなるマスフローコントローラ流量検定システムでは、例えば以下のようにしてマスフローコントローラ 2 A の流量計測が行われる。まず、全ての第 1 遮断弁 3 A～3 C が閉じられ、プロセスガス A～C の供給が遮断された後、連結部遮断弁 18 A～18 C 及び計測開始用遮断弁 15 が開かれる。そのため、図示しないプロセスチャンバを介して排気側にブローして、プロセスガス供給管 1 A～1 C 内に残留しているプロセスガスが掃気される。そして、計測対象外となるマスフローコントローラ 2 B、2 C に対応する連結部遮断弁 18 B、18 C が閉じられ、高圧窒素源 13 から窒素ガスが供給される。

【0007】窒素ガスは、マスフローコントローラ 2 A を介して排気側に流出するが、高圧窒素源 6 からレギュレータ 14 を介して供給され続けるため、ガスライン内は  $2 \text{ kg f / cm}^2$  に維持される。そこで、ガスライン内が  $2 \text{ kg f / cm}^2$  で安定した状態で計測開始用遮断弁 15 が閉じられると、その計測開始用遮断弁 15 の下流側へは窒素ガスの供給が停止される。そのため、マスフローコントローラ 2 A からは所定流量の窒素ガスが排出され続け、圧力センサ 16 の測定値が次第に低下することとなる。この圧力降下時間に基づいてマスフローコントローラ 2 A の流量が計測される。そして、マスフローコントローラ 2 A の初期状態での圧力降下時間と、今回の計測による圧力降下時間とが比較演算されて流量変化率が算出され、そのマスフローコントローラ 2 A の流

量検定が行われる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来のマスフローコントローラ流量検定システムでは、流量計測時にマスフローコントローラの一次圧が低下してしまうために、測定精度が悪くなってしまうという問題があった。即ち、従来の流量検定システムによる流量測定は、遮断したマスフローコントローラ一次側の圧力低下による、その降下速度を計測して流量変化率が測定されている。そのため、マスフローコントローラの一次圧が低下する状態で測定が行われていた。しかしながら、マスフローコントローラの使用条件をみた場合、通常その一次圧はレギュレータによってコントロールされ、圧力変動がないように一定に制御されている。これは、圧力変動が起こるとマスフローコントローラの流量コントロール精度が悪くなり、流れが脈動したり、一定の流量に定めることができないからである。

【0009】このように、従来の流量検定システムでは、マスフローコントローラの一次圧が一定圧に管理された通常使用時の状態に対して、その一次圧が徐々に低下していくという異なった状態の下で検定が行われていた。従って、例えばマスフローコントローラは、一次圧の低下に伴って排出流量が減少していくと、その設定値との比較による不足を補おうと制御流量を増大させてしまう。そのため、一次圧を低下させた状態で流量検定を行うことが測定精度を悪くする原因となっていた。

【0010】また、前記従来例のものでは、計測時に逆止弁の開弁が完全でないために、管内のガスが逆流してしまっ

て配管容積が変動し、マスフローコントローラの流量計測が不安定になってしまうという問題があった。即ち、前記例示の場合では、各分岐管 12 B、12 C に設けられた連結部遮断弁 18 B、18 C が閉じられるため、その上流側管内の圧力はレギュレータ 14 によって  $2 \text{ kg f / cm}^2$  に調整される。そして、計測開始用遮断弁 15 が閉じられて計測が開始されると、管内の窒素ガスがマスフローコントローラ 2 A を通ってプロセスガス供給管 1 A から排出される。

【0011】しかし、開始直後からの排出流量が僅かであるため、逆止弁 17 B、17 C の上流側及び下流側の圧力差はほとんど生じない。そのため、逆止弁 17 B、17 C が完全に閉弁されず、その逆止弁 17 B、17 C 下流側の窒素ガスが、徐々に減圧される上流側に逆流してしまうことがある。ところが、このような不都合は毎回必ず起こるわけではなく、逆止弁 17 B、17 C が正確に閉弁して逆流を生じさせない場合もある。従って、逆止弁 17 B、17 C が正確に閉じられる場合と閉じられない場合とがあったのでは、分岐管 12 B、12 C における逆止弁 17 B、17 C と連結部遮断弁 18 B、18 C との間の容積分の変動が生じてしまい、マスフローコントローラの流量計測が不安定になってしまう

正確な流量検定が行えない。

【0012】そこで、本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、マスフローコントローラの流量測定精度を向上させたマスフローコントローラ流量検定システムを提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明のマスフローコントローラ流量検定システムは、プロセスガス遮断弁とマスフローコントローラとを順次経由してプロセスガス源からのプロセスガスをプロセスチャンバに供給する複数のプロセスガスラインと、計測ガス供給源からのプロセスガスを前記各マスフローコントローラを経由して排出すべく、前記プロセスガスラインに分岐接続された計測ガスラインとを有し、前記計測ガスラインの共通部分には、第1圧力調整器と、計測開始用遮断弁と、圧力センサと、第2圧力調整器とが順次配管され、前記計測ガスラインの各分岐部分には、前記プロセスガスラインと計測ガスライン間の遮断を行う連結部遮断弁とが順次配管されたものであって、前記計測開始用遮断弁と第2圧力調整器との間の圧力降下を前記圧力センサによって測定することでマスフローコントローラの流量検定を行うことを特徴とする。

【0014】よって、閉じられたプロセスガス遮断弁によりプロセスガスの供給が遮断され、計測対象外のマスフローコントローラに連結された連結部遮断弁が閉じられて、計測ガス供給源から計測ガスが供給された後、ガスライン内が第1圧力調整器と第2圧力調整器とによって所定圧に設定された状態で計測開始用遮断弁が閉じられる。そして、ガスライン内に閉じこめられた計測ガスが、計測ガスが所定のマスフローコントローラから排出されるに伴う圧力降下が圧力センサによって測定され、その測定値に基づきマスフローコントローラの流量が計測される。従って、マスフローコントローラから計測ガスが排出される計測中、第2圧力調整器によってその下流側は常に一定圧に維持されているため、閉じられた連結部遮断弁上流側の逆止弁には逆圧がかからず、逆流を発生させない。そのため、計測時の逆止弁による容積変化をなくし、マスフローコントローラの流量計測を安定させることができる。

【0015】また、本発明のマスフローコントローラ流量検定システムは、プロセスガス遮断弁とマスフローコントローラとを順次経由してプロセスガス源からのプロセスガスをプロセスチャンバに供給する複数のプロセスガスラインと、計測ガス供給源からのプロセスガスを前記各マスフローコントローラを経由して排出すべく、前記プロセスガスラインに分岐接続された計測ガスラインとを有し、前記計測ガスラインの共通部分には、第1圧力調整器と、計測開始用遮断弁と、圧力センサとが順次配管され、更にその下流側には一次圧を減圧させる圧力調整器が分岐配管され、前記計測ガスラインの各分岐部

分には、プロセスガスの流入を防止する逆止弁と、前記プロセスガスラインと計測ガスライン間の遮断を行う連結部遮断弁とが順次配管されたものであって、前記計測開始用遮断弁を閉じて前記圧力調整器が所定のタイミングで減圧を行った後、前記圧力センサによって圧力降下を測定することでマスフローコントローラの流量検定を行うことを特徴とする。

【0016】よって、閉じられたプロセスガス遮断弁によりプロセスガスの供給が遮断され、計測対象外のマスフローコントローラに連結された連結部遮断弁が閉じられて、計測ガス供給源から計測ガスが供給された後、ガスライン内が第1圧力調整器によって所定圧に設定された状態で計測開始用遮断弁が閉じられる。計測開始用遮断弁が閉じられて圧力調整器により所定のタイミングで一次圧の減圧が行われた後、ガスライン内に閉じこめられた計測ガスが、計測ガスが所定のマスフローコントローラから排出されるに伴う圧力降下が圧力センサによって測定され、その測定値に基づきマスフローコントローラの流量が計測される。従って、圧力調整器により所定のタイミングで一次圧の減圧が行われると、逆止弁上流側の圧力が減圧され、逆圧により逆止弁に強制的に閉弁されて逆流の発生が防止される。そのため、計測時の逆止弁による容積変化をなくし、マスフローコントローラの流量計測を安定させることができる。

【0017】また、本発明のマスフローコントローラ流量検定システムは、前記圧力調整器は、圧力調整用遮断弁であって、前記計測開始用遮断弁の閉弁の後に開弁することによって、低压に設定した当該圧力調整用遮断弁の下流側に計測用ガスを流すことによって一次圧を減圧させることを特徴とする。よって、簡易な構成により逆止弁を確実に閉弁させることができ、計測時の逆止弁による容積変化をなくし、マスフローコントローラの流量計測を安定させることができる。

【0018】また、本発明のマスフローコントローラ流量検定システムは、前記計測開始用遮断弁がノーマルクローズタイプのアオオペレート弁、前記圧力調整用遮断弁がノーマルオープンタイプのアオオペレート弁の組み合わせである場合、又はそれぞれの遮断弁が逆のタイプのオペレート弁による組み合わせである場合に、両遮断弁への作動エアの供給が共通の制御弁によって制御されるものであって、計測開始用遮断弁への作動エアの供給が絞りと逆止弁とからなるスピードコントローラを介して行われることを特徴とする。よって、共通の制御弁によって作動エアの供給が可能のため、その構成部材を減らすことができ、また、計測ガス供給時にスピードコントローラによって計測開始用遮断弁が開けられる前に圧力調整用遮断弁を閉じるため、その圧力調整用遮断弁下流側を確実に低压状態にすることができる。

【0019】また、本発明のマスフローコントローラ流量検定システムは、前記圧力調整器は、圧力調整用遮断



弁と補助遮断弁とが順次配管されたものであって、前記計測開始用遮断弁の開弁前に前記補助遮断弁を開閉することによって、前記圧力調整遮断弁下流側を低圧にすることを特徴とする。よって、補助遮断弁の開閉によって圧力調整用遮断弁下流側を確実に低圧状態にすることができる。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】次に、本発明にかかるマスフローコントローラ流量検定システムの一実施の形態について説明する。図1は、第1実施の形態のマスフローコントローラ流量検定システム（以下、単に「流量検定システム」という）に組み込まれたガス回路の一部を示した図である。これは、前記従来例のもの（図10参照）とほぼ同様な構成によって形成されたガス回路であるが、その特徴として、計測ガス供給管11に圧力センサ16の下流側に第2のレギュレータ21が配管されている。よって、このレギュレータ21を除き、他の構成については従来例のものと同符号を付して説明する。レギュレータ21は、その下流側の圧力を調節することによって逆止弁17A～17Cによる容積変化をなくし、マスフローコントローラの流量計測を安定させる目的で設けられたものである。そこで、このような構成のガス回路による流量計測の安定性について、その計測方法を示すとともに計測精度を検証することとする。

【0021】図2は、本流量検定システムに基づく計測試験装置を示した回路図である。この装置では、計測対象となるマスフローコントローラ2へのガスラインが計測ガス供給管22によって構成され、その計測ガス供給管22の上流側には、レギュレータ14、計測開始用遮断弁15、圧力センサ16及びレギュレータ21が、図1に示したガス回路に対応して順に配管されている。そして、その計測ガス供給管22の下流側には、マスフローコントローラ2が接続され、マスフローコントローラ2に供給されるガスの圧力を測定する圧力センサ23と、マスフローコントローラ21の排出流量を測定するマスフローメータ24がそれぞれ配管されている。

【0022】ここで、レギュレータ21から計測対象となるマスフローコントローラ2（例えば、図1におけるマスフローコントローラ2Aに対応）までのガスラインを図1のガス回路のものと比較すれば、分岐管12Aと、そこに配管された逆止弁17A及び連結部遮断弁18Aと、そしてプロセスガス供給管1Aと、そこに配管された第2遮断弁4Aとが省略されている。一方、計測ガス供給管22に配管されたレギュレータ21の下流側では、計測対象外のマスフローコントローラ（例えば、図1におけるマスフローコントローラ2B、2Cに対応）に連結された全ての分岐管12B、12Cを代替した分岐管25が、計測ガス供給管22に分岐接続されている。そして、そこには逆止弁17及び連結部遮断弁18が順に配管され、さらに本計測装置では、逆止弁17

の不都合によって容積が変動する逆止弁17及び連結部遮断弁18間の圧力を測定すべく圧力センサ26が配管されている。

【0023】また、この計測試験装置には図2に示す制御部が構成されている。なお、図1には図示していないが、流量検定システムにおいても同様の制御部が構成されている。計測開始用遮断弁15及び連結部遮断弁18は、共にノーマルクロズタイプのエアオペレート弁であり、その両遮断弁15、18を動作させる作動エアの供給を調整するための電磁弁31、32が、図示しないエアポンプに接続されている。電磁弁31には、その駆動電源32に接続されたモニタリングコントローラ31が接続され、電磁弁32には、その駆動電源34に接続されたI/Oボード35に接続されている。

【0024】モニタリングコントローラ31は、所定のタイミングで電磁弁31を開閉すべく制御プログラムが記憶されている。また、そのモニタリングコントローラ31には、I/Oボード35が接続され、更にそのI/Oボード35には、本計測試験装置の全体制御を行うパソコン36に接続されている。一方、ADボード37がパソコン36に接続されている。

【0025】一方、このような本実施の形態の流量検定システムに基づく計測試験装置とともに、図10で示した従来の流量検定システムに対応する計測試験装置を構成し、両者の流量計測の安定性について比較してみる。図3は、従来の流量検定システムの計測試験装置を示した回路図であり、図2のものと比較して、本実施の形態の特徴として設けたレギュレータ21を含まないものであって、他の構成を同一とする。同一の構成については同符号を付して示す。

【0026】そこで、先に本実施の形態における流量検定システムの計測試験装置の場合について説明する。なお、計測ガスには窒素ガスの代わりに圧縮エアを使用する。まず、パソコン36からの計測開始信号が発信されると、I/Oボード35を介して駆動電源34からの電圧が電磁弁32に印加され、励磁した電磁弁32の動作により作動エアが遮断されて連結部遮断弁18が閉じられる。また、パソコン36からの計測開始信号はI/Oボード35からモニタリングコントローラ33に送信され、駆動電源32からの電圧が電磁弁31に印加される。そのため、励磁した電磁弁31の動作により作動エアが供給されて計測開始用遮断弁18が開けられ、計測ガス供給管22へエア供給源38からの圧縮エアが供給される。

【0027】エア供給源38から供給された圧縮エアは、計測ガス供給管22に直接配管されたマスフローコントローラ2及びマスフローメータ24を通して排出され、一方その計測ガス供給管22に分岐接続された分岐管25へ流れるエアは、連結部遮断弁18が閉じられているため、その流れが止められる。ところで、本計測試

験装置では、レギュレータ 14 が  $4 \text{ kg f/cm}^2$  に設定されているため、その下流側では、計測ガス供給管 22 内の圧力が  $4 \text{ kg f/cm}^2$  に維持されることとなる。従って、圧力センサ 16 の測定値は  $4 \text{ kg f/cm}^2$  が示めされる。

【0028】また、その下流側に設けられた本実施の形態の特徴をなすレギュレータ 21 は、 $2 \text{ kg f/cm}^2$  に設定されている。そのため、更にその下流側の計測ガス供給管 22 内及び分岐管 25 内の圧力は、 $2 \text{ kg f/cm}^2$  に維持されることとなる。従って、圧力センサ 23 及び圧力センサ 26 の測定値は  $2 \text{ kg f/cm}^2$  が示される。そして、エア供給源 38 から供給された圧縮エアによって、前述した値にガスライン内の圧力が設定された後、所定のタイミングでモニタリングコントローラ 33 により電磁弁 31 への通電が止められる。そのため、電磁弁 31 の動作により作動エアの供給が遮断されて計測開始用遮断弁 15 が閉じられる。計測開始用遮断弁 15 の閉弁によって圧縮エアの供給が遮断され、計測が開始される。

【0029】このとき、圧力センサ 16 及び圧力センサ 26 の測定、そしてマスフローメータ 24 の測定による実測値データが、パソコン 36 に接続された A/D ボード 37 によりモニタされる。図 4 は、この実測値データをグラフにして示したものであり、横軸に時間、縦軸に圧力及び流量をとって示したグラフである。先ず、計測開始用遮断弁 15 が閉じられると、計測ガス供給管 22 内に閉じこめられたエアが、流量設定されたマスフローコントローラ 2 を通って大気へ排出される。そのため、計測開始用遮断弁 15 の下流側の圧力は徐々に低下していくことになるが、この計測試験装置ではレギュレータ 21 によって更に圧力調整が行われているため、その下流側の圧力は  $2 \text{ kg f/cm}^2$  に維持される。

【0030】そこで、圧力センサ 16 によって測定される圧力は、計測開始用遮断弁 15 とレギュレータ 21 との間に充填されたエアが下流側に流れるため、図 4 に示すように計測開始直後から緩やかな降下線が示される。また、マスフローコントローラ 2 の排出流量は、図 4 に示されるように一定値が保たれている。従って、圧力センサ 16 において測定される圧力は一定の割合で下降することとなる。一方、レギュレータ 21 下流側は、常に  $2 \text{ kg f/cm}^2$  の圧力に維持されているため、圧力センサ 26 によって測定される圧力は一定値が保たれている。なお、この実測値データ (P16, P26, MFM24) は A/D ボード 37 に送信され、そのデータを解析したパソコン 36 から出力されたものである。

【0031】次に、図 3 に示した従来の流量検定システム (図 10) における計測試験装置の場合について説明する。その試験方法は前述した本実施の形態のものと同様である。エア供給源 38 から供給された圧縮エアは、計測ガス供給管 22 に直接配管されたマスフローコント

ローラ 2 及びマスフローメータ 24 を通って排出され、一方その計測ガス供給管 22 に分岐接続された分岐管 25 へ流れるエアは、連結部遮断弁 18 が閉じられているため、その流れが止められる。ところで、本計測試験装置では、レギュレータ 14 が  $2 \text{ kg f/cm}^2$  に設定されているため、その下流側では、計測ガス供給管 22 内及び分岐管 25 内の圧力が  $2 \text{ kg f/cm}^2$  に維持されることとなる。従って、圧力センサ 16 及び圧力センサ 26 の測定値は  $2 \text{ kg f/cm}^2$  が示めされる。

【0032】そして、エア供給源 38 から供給された圧縮エアによって、前述したようにガスライン内の圧力が  $2 \text{ kg f/cm}^2$  に設定された後、所定のタイミングでモニタリングコントローラ 33 によって電磁弁 31 への通電が遮断される。そのため、電磁弁 31 の動作により作動エアの供給が遮断されて計測開始用遮断弁 15 が閉じられ、計測が開始される。

【0033】このとき、圧力センサ 16 及び圧力センサ 26 の測定、そしてマスフローメータ 24 の測定による実測値データが、パソコン 36 に接続された A/D ボード 37 によりモニタされる。図 5 は、この実測値データをグラフにして示したものであり、横軸に時間、縦軸に圧力及び流量をとって示したグラフである。先ず、計測開始用遮断弁 15 が閉じられると、計測ガス供給管 22 内に閉じこめられたエアが、流量設定されたマスフローコントローラ 2 を通って大気へ排出される。そのため、計測開始用遮断弁 15 下流側にあるエアの排出によって、圧力センサ 16 によって測定される圧力は、図 5 に示すように徐々に低下する降下線が示された。また、マスフローコントローラ 2 の排出流量は、図 5 に示されるように、計測開始直後の流量低下を補うべく弁の開きを大きくするために上昇するが、その後は安定した設定流量の排出が保たれる。従って、圧力センサ 16 において測定される圧力は一定の割合で下降することとなる。

【0034】そして、このとき従来の課題でも示したように逆止弁 17 に作動ミスが生じると、図 5 に示すように圧力センサ 26 によってされる圧力が徐々に低下する降下線が示されることとなる。逆止弁 17 は、その上流側の圧力が低下すれば下流側の圧力が相対的に高くなり、そのことによって逆圧がかかき下流側のエアが逆流しないように閉弁されるはずである。そのような正常時には、逆止弁 17 と連結部遮断弁 18 との間の管内は密閉状態となり、エアの逆流が生じないため圧力センサ 26 によって測定される圧力は一定値を示すこととなる。

【0035】しかし、逆止弁 17 が作動ミスによって完全に閉弁されなければ、上流側の減圧によってエアが逆流してしまうこととなる。図 5 は、そのような状況を示したものである。従って、図 3 に示す従来の流量検定システムにおける計測試験装置では、圧力センサ 16 で測定される圧力は、計測開始直後からのエアの排出によ

10

20

30

40

50

て  $2 \text{ kg f/cm}^2$  の値から徐々に低下し、逆止弁 17 が閉じられなかったことで、圧力センサ 26 で測定される圧力も  $2 \text{ kg f/cm}^2$  の値から徐々に下降する値が示されることとなった。そして、このような計測時の逆止弁 17 の開閉状態は、繰り返し行われる計測試験装置での試験結果から、不規則に発生する現象であることがわかった。

【0036】これに対し、本実施の形態の流量検定システムにおける計測試験装置では、レギュレータ 21 によって逆止弁 17 の上流側及び下流側圧力を一定値に保つため、分岐管 25 内のエアの流れを止めることで逆止弁 17 での逆流がなくなった。そのことを示すように、図 4 に示す圧力センサ 26 の測定値が一定となった。従って、本実施の形態の計測試験装置では、従来のような逆止弁 17 の開閉による容積変化をなくし、流量計測時には、常に連結部遮断弁 18 上流側の容積のもとで計測が行われるようになった。よって、この計測検査装置の試験結果から、図 1 に示す流量検定システムについても流量計測が安定して行えることが分かる。そこで、例えばマスフローコントローラ 2 A の流量検定を行う場合について説明する。

【0037】まず、全ての第 1 遮断弁 3 A～3 C が閉じられ、プロセスガス A～C の供給が遮断される。次いで、連結部遮断弁 18 A～18 C が開かれ、レギュレータ 14 の下流側の圧力が  $4 \text{ kg f/cm}^2$  に、レギュレータ 21 の下流側の圧力が  $2 \text{ kg f/cm}^2$  になるように調整された状態で計測開始用遮断弁 15 が開かれる。そのため、高圧窒素源 13 から供給された窒素ガスは、計測ガス供給管 11 からプロセスガス供給管 1 A～1 C へ流れ、図示しないプロセスチャンバを介して排気側にブローして、プロセスガス供給管 1 A～1 C 内に残留しているプロセスガスが掃気される。その後、連結部遮断弁 18 B、18 C が閉じられ、マスフローコントローラ 2 B、2 C からの排出が止められる。

【0038】窒素ガスは、マスフローコントローラ 2 A を介して設定流量ずつ排出され続けるが、一方で高圧窒素源 6 からレギュレータ 14 を介して補充される。そのため、管内の圧力は、レギュレータ 14 の下流側はレギュレータ 21 までの間で  $4 \text{ kg f/cm}^2$  に維持され、そのレギュレータ 21 下流側は  $2 \text{ kg f/cm}^2$  に維持される。このような設定圧力で管内が安定した後、計測開始用遮断弁 15 が閉じられて計測が開始される。計測開始用遮断弁 15 の閉弁によりその下流側に閉じこめられた窒素ガスは、排出側に連通している分岐管 12 A を通ってマスフローコントローラ 1 から設定流量の窒素ガスが排出され続ける。そして、窒素ガスの排出により、供給が止められた計測開始用遮断弁 15 下流側の圧力、即ち、圧力センサ 16 によって測定される圧力は次第に下降することとなる。

【0039】しかし、圧力センサ 16 の下流にはレギュ

レータ 21 が設けられているため、そのレギュレータ 21 下流側の圧力は依然として  $2 \text{ kg f/cm}^2$  の圧力が維持されている。そのため、従来逆流のおそれがあった逆止弁 17 B、17 C は、その上流側と下流側とで圧力差がないので逆流することなく、マスフローコントローラ 2 A の流量計測は、安定した一定容積の下で行われる。従って、流量検定システムでは、圧力センサ 16 から出力される測定値に基づき、所定の圧力幅における圧力降下時間によって流量計測が行われる。例えば、本実施の形態では、圧力センサ 16 の測定値が  $3.5 \text{ kg f/cm}^2$  になったところで、パソコン 36 に接続された A/D ボード 37 によって圧力データのモニタが開始され、 $3.3 \sim 2.8 \text{ kg f/cm}^2$  までの圧力降下時間によって流量計測が行われる。そして、今回計測された圧力降下時間と、マスフローコントローラ 2 A の初期状態での圧力降下時間とが比較演算されて流量変化率が算出され、それをもとにマスフローコントローラ 2 A の流量検定が行われる。

【0040】以上、詳細に説明したように、本実施の形態の流量検定システムによれば、ガス回路中に逆止弁 17 A～17 C を有するものであっても、圧力センサ 16 による計測位置下流側に更に圧力調整器として第 2 のレギュレータ 21 を設けたので、逆止弁 17 A～17 C の前後の圧力を一定に保つことで逆流の影響をなくすことができた。そのため、マスフローコントローラ 2 A (2 B、2 C) の流量計測を行う際の容積が常に一定となり、その検定が精度よく行われることとなった。なお、本実施の形態では、逆止弁 17 A～17 C が及ぼすマスフローコントローラの一次圧の低下、特に逆止弁 17 A～17 C の開弁による容積変化による場合を示して説明したが、圧力センサ 16 による計測位置下流側に圧力調整器として第 2 のレギュレータ 21 を設けることは、逆止弁の有無にかかわらずマスフローコントローラの一次圧を安定させることができ、これによってマスフローコントローラの流量測定精度を向上させることができる。

【0041】次に、本発明にかかるマスフローコントローラ流量検定システムの第 2 実施の形態について説明する。図 6 は、第 2 実施の形態の流量検定システムに組み込まれたガス回路の一部を示した図である。本実施の形態のものも、前記従来例のものと同様の構成によって形成されたガス回路であって、その特徴は、計測ガス供給管 11 に圧力調整弁 41 を設けた点である。そこで、この圧力調整弁 41 を除き、他の構成については従来例のものと同符号を付して説明する。この圧力調整弁 41 は、逆止弁 17 A～17 C 上流側の圧力を瞬間的に減圧させるために設けられたものである。そこで、このような構成のガス回路による流量計測の安定性について、前記第 1 実施の形態と同様に計測試験装置を示し、その計測方法を示すとともに計測精度を検証することとする。

【0042】図7は、本実施の形態の流量検定システムに基づいて形成された計測試験装置を示した回路図である。この装置では、計測対象となるマスフローコントローラ2へのガスラインが計測ガス供給管22によって構成され、その計測ガス供給管22の上流側には、レギュレータ14、計測開始用遮断弁15及び圧力センサ16が、図6に示したガス回路に対応して順に配管されている。そして、その計測ガス供給管22の下流側には、マスフローコントローラ2及びその排出流量を測定するマスフローメータ24が配管されている。一方、計測ガス供給管22には、マスフローコントローラ2直前の上流側に分岐管25が分岐接続されている。そして、その分岐管25は更に2方向に分岐され、一方には逆止弁17、圧力センサ26及び連結部遮断弁18が順に配管され、他方には圧力調整弁41が配管されている。

【0043】圧力調整弁41は、ノーマルオープンタイプのエアオペレート弁であり、計測開始用遮断弁15と同じ電磁弁31からの作動エアによって動作するよう共通するエアパイプが接続されている。その計測開始用遮断弁15は、ノーマルクローズタイプのエアオペレート弁であり、圧力調整弁41が閉じるのに対し若干遅れて開くようにするためのスピードコントローラが設けられている。具体的には、計測開始用遮断弁15に絞り42を介してエアパイプが接続され、その絞り42をまたぐように連結されたバイパスに、計測開始用遮断弁15側への流れを遮断する逆止弁43が配管されて構成されている。また、圧力調整弁41下流側の圧力調整管44は閉じられているが、その下流側の配管容積は、後述するように圧力調整弁41が開いて上流側のガスが下流側の圧力調整管44に流れ込むことによって、上流側の圧力降下幅が約 $0.3 \text{ kg f / cm}^2$ となるように設計されている。

【0044】そこで、本実施の形態の流量検定システムにおける計測試験装置の流量計測について説明する。なお、本試験においても計測ガスには窒素ガスの代わりに圧縮エアを使用する。まず、パソコン36からの計測開始信号が発信されると、I/Oボード35を介して駆動電源34からの電圧が電磁弁32に印加され、励磁した電磁弁32の動作により作動エアが遮断されて連結部遮断弁18が閉じられる。また、パソコン36からの計測開始信号はI/Oボード35からモニタリングコントローラ33に送信され、駆動電源32からの電圧が電磁弁31に印加される。そのため、励磁した電磁弁31の動作により作動エアが供給されて計測開始用遮断弁15が開けられ、計測ガス供給管22へエア供給源38からの圧縮エアが供給される。

【0045】このとき、電磁弁31の動作により供給された作動エアは、圧力調整弁41及び計測開始用遮断弁15へ同一のエアパイプによって同時に供給されるが、スピードコントローラによって計測開始用遮断弁15の

動作が遅れることとなる。計測開始用遮断弁15に供給される作動エアの供給量が絞り42によって制限されているため、圧力調整弁41に比べて、計測開始用遮断弁15を動作させる圧力に達するまでに時間がかかるためである。

【0046】そこで、遅れて開かれた計測開始用遮断弁15によってエア供給源38から供給された圧縮エアは、計測ガス供給管22に直接配管されたマスフローコントローラ2及びマスフローメータ24を通して排出される。一方、その計測ガス供給管22に分岐接続された分岐管25へ流れるエアは、連結部遮断弁18及び圧力調整弁41が閉じられているため、その流れが止められる。本計測試験装置では、レギュレータ14が $2 \text{ kg f / cm}^2$ に設定されているため、その下流側では圧力が $2 \text{ kg f / cm}^2$ にまで上昇して安定することとなる。また、エア供給源38から圧縮エアが供給される前に圧力調整弁41が閉じられるため、圧力調整弁41の下流側の圧力調整管44内は $2 \text{ kg f / cm}^2$ に設定された上流側に比べ低圧になっている。

【0047】そして、エア供給源38から供給された圧縮エアによって前述した値にガスライン内の圧力が設定されて安定した後、所定のタイミングで電磁弁31への通電がとめられる。そのため、電磁弁31の動作により作動エアの供給が遮断され、計測開始用遮断弁18が閉じられて計測が開始される。このとき、圧力センサ16及び圧力センサ26の測定、そしてマスフローメータ24の測定による実測値データが、パソコン36に接続されたADボード37によりモニタされる。図8は、この実測値データをグラフにして示したものであり、横軸に時間、縦軸に圧力及び流量をとって示したグラフである。

【0048】作動エアの供給遮断により計測開始用遮断弁18が閉じられると、それと同時に圧力調整弁41が開けられる。その瞬間、計測開始用遮断弁15の下流側では、 $2 \text{ kg f / cm}^2$ から約 $0.3 \text{ kg f / cm}^2$ の急激な圧力降下分が生ずる。計測開始用遮断弁15の遮断によって閉じこめられたエアが、圧力調整弁41下流側の圧力調整管44内へ瞬間的に流れるためである。従って、逆止弁17は、計測開始直後に急激な圧力降下による逆圧がかかり確実に閉弁することとなる。そこで、圧力調整弁41による急激な圧力降下は圧力センサ16によって測定され、図8に示すように急激は下降線が示される。そして、計測開始用遮断弁15下流側に閉じこめられたエアはマスフローコントローラ2を通して設定流量ずつ排出されるため、続いて徐々に低下する下降線が示される。

【0049】一方、逆止弁27の下流側を検出する圧力センサ26によって測定される逆止弁17下流側の圧力は、図8に示すように計測開始の前後を問わず常に一定に保たれている。これは、その逆止弁17が完全に閉弁され、連結部遮断弁18との間に閉じこめられたエアに

は逆流が生じてないためである。また、マスフローコントローラ 2 の排出流量を測定するマスフローメータ 2 4 の出力は、図 8 に示すように計測開始直後に流量が一旦急激に突出し、その後一定流量で安定している。これは、計測開始直後の圧力降下に伴う流量低下を補うべく、マスフローコントローラ 2 の弁の開きが瞬間的に大きくなるためである。その後ガスライン内のエアが安定するため、マスフローコントローラ 2 が再び絞られ、設定流量のエアが排出されることとなる。なお、この実測値データ (P 1 6, P 2 6, MFM 2 4) は、A D ボード 3 7 に送信され、そのデータを解析したパソコン 3 6 から出力されたものである。

【0 0 5 0】従って、本実施の形態の流量検定システムにおける計測試験装置によれば、計測開始直後に、圧力調整弁 4 1 によって逆止弁 1 7 の上流側圧力を急激に圧力降下させるため、逆止弁 1 7 が正確に閉弁されてエアの逆流がなくなった。そのことを示すように、図 8 で示す圧力センサ 2 6 によって測定される圧力が一定となった。従って、本実施の形態の計測試験装置でも、従来のような逆止弁 1 7 の開閉による容積変化をなくし、流量計測には、常に逆止弁 1 7 上流側の容積が対象になることとなった。よって、この計測検査装置の試験結果から、図 6 に示す流量検定システムについても流量計測が安定して行えることが分かる。そこで、例えばマスフローコントローラ 2 A の流量検定を行う場合について説明する。

【0 0 5 1】まず、全ての第 1 遮断弁 3 A ~ 3 C が閉じられ、プロセスガス A ~ C の供給が遮断される。次いで、連結部遮断弁 1 8 A ~ 1 8 C が開かれ、レギュレータ 1 4 の下流側の圧力が  $2 \text{ kg f / cm}^2$  に調整された状態で計測開始用遮断弁 1 5 が開かれる。このとき、圧力調整弁 4 1 は閉じられ、その下流側の圧力は、前述した計測試験装置と同様に  $2 \text{ kg f / cm}^2$  に比べて低圧に保たれている。また、連結部遮断弁 1 8 B, 1 8 C は閉じられ、マスフローコントローラ 2 B, 2 C へは流れることはない。そのため、高圧窒素源 1 3 から供給された窒素ガスは、計測ガス供給管 1 1 からプロセスガス供給管 1 A ~ 1 C へ流れ、図示しないプロセスチャンバを介して排気側にブローして、プロセスガス供給管 1 A ~ 1 C 内に残留しているプロセスガスが掃気される。その後、連結部遮断弁 1 8 B, 1 8 C が閉じられ、マスフローコントローラ 2 B, 2 C からの排出が止められる。

【0 0 5 2】窒素ガスは、マスフローコントローラ 2 A を介して設定流量づつ排出され続けるが、一方で高圧窒素源 6 からレギュレータ 1 4 を介して補充される。そのため、レギュレータ 1 4 の下流側は  $2 \text{ kg f / cm}^2$  に維持される。そこで、この状態から計測開始用遮断弁 1 5 が閉じられて計測が開始される。この計測開始用遮断弁 1 5 の閉弁により窒素ガスの供給が遮断されると同時に圧力調整弁 4 1 が開けられる。そのため、計測開始用

遮断弁 1 5 の閉弁によってガスライン内に閉じこめられた窒素ガスは、圧力調整弁 4 1 の開弁によって、より圧力の低い圧力調整弁 4 1 下流側の圧力調整管 4 4 へ流れ込むこととなる。従って、計測開始用遮断弁 1 5 下流側の圧力は  $2 \text{ kg f / cm}^2$  から急激な圧力降下を生じ、逆圧によって全ての逆止弁 1 7 A ~ 1 7 C が閉じられる。

【0 0 5 3】そして、計測開始用遮断弁 1 5 の閉弁によりその下流側に閉じこめられた窒素ガスは、排出側に連通している分岐管 1 2 A を通ってマスフローコントローラ 1 から設定流量の窒素ガスが排出され続ける。そして、窒素ガスの排出により、供給が止められた計測開始用遮断弁 1 5 下流側の圧力は低下し、圧力センサ 1 6 の測定値が次第に下降することとなる。このとき、逆止弁 1 7 B, 1 7 C は、更に減圧する上流側と  $2 \text{ kg f / cm}^2$  に保たれた下流側との圧力差によって、閉弁状態が維持される。よって、従来逆流のおそれがあった逆止弁 1 7 B, 1 7 C は確実に閉弁され、マスフローコントローラ 2 A の流量計測は、安定した一定容積の下で行われる。従って、流量検定システムでは、圧力センサ 1 6 の測定値に基づき、所定の圧力幅における圧力降下時間によって流量計測が行われる。そして、今回計測された圧力降下時間と、マスフローコントローラ 2 A の初期状態での圧力降下時間とが比較演算されて流量変化率が算出され、それをもとにマスフローコントローラ 2 A の流量検定が行われる。

【0 0 5 4】以上、詳細に説明したように、本実施の形態の流量検定システムによれば、ガス回路中に逆止弁 1 7 A ~ 1 7 C を有するものであっても、圧力調整弁 4 1 によって計測開始直後の圧力を下げ、逆止弁 1 7 A ~ 1 7 C を確実に閉弁させるようにしたので、マスフローコントローラ 2 A (2 B, 2 C) の流量計測を行う際の容積が常に一定となり、その検定が精度よく行われることとなった。ところで、本実施の形態では、逆止弁 1 7 A ~ 1 7 C による問題点を中心に説明したが、更にこの流量検定システムに対して、前記第 1 実施の形態の如く圧力センサ 1 6 による計測位置下流側に圧力調整器として第 2 のレギュレータ 2 1 を設けてもよい。そうすれば、更にマスフローコントローラの一次圧を安定させることができ、これによってマスフローコントローラの流量測定精度を向上させることができる。

【0 0 5 5】なお、本発明は、前記実施の形態に限定されるわけではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。例えば、請求項 1 に記載の圧力調整器に該当する前記第 1 実施の形態で示したレギュレータは、固定式或いは、電子式レギュレータなどの別を問わない。また、前記第 2 実施の形態で示した請求項 2 に記載の圧力調整器の構成は、圧力調整弁 4 1 及び圧力調整管 4 4 によるものに限定されず、例えば、圧力調整管 4 4 を閉じたものとせず、ベントラインとしてもよい。こ

の場合、圧力調整弁 4 1 は所定の圧力降下を生じさせる時間で開閉する。また、図 9 に示すように、圧力調整弁 4 1 及び補助遮断弁 4 5 を直列に配管することで、スピードコントローラを構成する絞り 4 2 及び逆止弁 4 3 を省略するようにしてもよい。この場合、計測開始前に補助遮断弁 4 5 を開閉し、圧力調整弁 4 5 下流側を低圧状態にする。

#### 【0056】

【発明の効果】本発明は、プロセスガス遮断弁とマスフローコントローラとを順次経由してプロセスガス源からのプロセスガスをプロセスチャンバに供給する複数のプロセスガスラインと、計測ガス供給源からのプロセスガスを各マスフローコントローラを経由して排出すべく、プロセスガスラインに分岐接続された計測ガスラインとを有し、計測ガスラインの共通部分には、第 1 圧力調整器と、計測開始用遮断弁と、圧力センサと、第 2 圧力調整器とが順次配管され、計測ガスラインの各分岐部分には、プロセスガスラインと計測ガスライン間の遮断を行う連結部遮断弁とが順次配管した構成としたので、マスフローコントローラから計測ガスが排出される計測中、第 2 圧力調整器によってその下流側は常に一定圧に維持されるため、マスフローコントローラの流量測定精度を向上させたマスフローコントローラ流量検定システムを提供することが可能となった。

【0057】また、本発明は、プロセスガス遮断弁とマスフローコントローラとを順次経由してプロセスガス源からのプロセスガスをプロセスチャンバに供給する複数のプロセスガスラインと、計測ガス供給源からのプロセスガスを各マスフローコントローラを経由して排出すべく、プロセスガスラインに分岐接続された計測ガスラインとを有し、計測ガスラインの共通部分には、第 1 圧力調整器と、計測開始用遮断弁と、圧力センサとが順次配管され、更にその下流側には一次圧を減圧させる圧力調整器が分岐配管され、計測ガスラインの各分岐部分には、プロセスガスの流入を防止する逆止弁と、プロセスガスラインと計測ガスライン間の遮断を行う連結部遮断弁とが順次配管されたものであって、計測開始用遮断弁を閉じて圧力調整器が所定のタイミングで減圧を行った後、圧力センサによって圧力降下を測定することでマスフローコントローラの流量検定を行う構成としたので、逆止弁にが強制的に閉弁されるため、計測時の逆止弁による容積変化がなくなりマスフローコントローラの流量計測が安定したマスフローコントローラ流量検定システムを提供することが可能となった。

【0058】また、本発明は、圧力調整器は、圧力調整用遮断弁であって、計測開始用遮断弁の閉弁の後に開弁することによって、低圧に設定した当該圧力調整用遮断弁の下流側に計測用ガスを流すことによって一次圧を減圧させる構成としたので、簡易な構成により逆止弁を確実に閉弁させることができ、計測時の逆止弁による容積

変化がなくなりマスフローコントローラの流量計測が安定したマスフローコントローラ流量検定システムを提供することが可能となった。

【0059】また、本発明は、計測開始用遮断弁がノーマルクローズタイプのアオオペレート弁、圧力調整用遮断弁がノーマルオープンタイプのアオオペレート弁の組み合わせである場合、又はそれぞれの遮断弁が逆のタイプのオペレート弁による組み合わせである場合に、両遮断弁への作動エアの供給が共通の制御弁によって制御されるものであって、計測開始用遮断弁への作動エアの供給が絞りと逆止弁とからなるスピードコントローラを介して行われるよう構成したので、共通の制御弁によって作動エアの供給が可能のため、その構成部材を減らすことができ、また、計測ガス供給時にスピードコントローラによって計測開始用遮断弁が開けられる前に圧力調整用遮断弁を閉じるため、その圧力調整用遮断弁下流側を確実に低圧状態にすることができるマスフローコントローラ流量検定システムを提供することが可能となった。

【0060】また、本発明は、圧力調整器が、圧力調整用遮断弁と補助遮断弁とが順次配管されたものであって、計測開始用遮断弁の閉弁前に補助遮断弁を開閉することによって、圧力調整用遮断弁下流側を低圧にする構成としたので、補助遮断弁の開閉によって圧力調整用遮断弁下流側を確実に低圧状態にすることができるマスフローコントローラ流量検定システムを提供することが可能となった。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明にかかる第 1 実施の形態の流量検定システムを構成するガス回路の一部を示した図である。

【図 2】第 1 実施の形態の流量検定システムにおける計測試験装置を示した回路図である。

【図 3】従来の流量検定システムにおける計測試験装置を示した回路図である。

【図 4】第 1 実施の形態の流量検定システムにおける計測試験装置の実測値データをグラフにして示した図である。

【図 5】従来の流量検定システムにおける計測試験装置の実測値データをグラフにして示した図である。

【図 6】本発明にかかる第 2 実施の形態の流量検定システムを構成するガス回路の一部を示した図である。

【図 7】第 2 実施の形態の流量検定システムにおける計測試験装置を示した回路図である。

【図 8】第 2 実施の形態の流量検定システムにおける計測試験装置の実測値データをグラフにして示した図である。

【図 9】本発明にかかる他の実施の形態の流量検定システムを構成するガス回路の一部を示した図である。

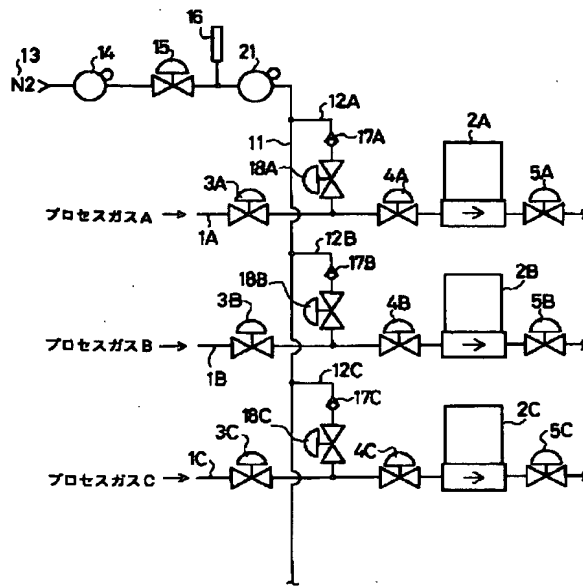
【図 10】従来の流量検定システムを構成するガス回路の一部を示した図である。

#### 【符号の説明】

19

- |             |             |
|-------------|-------------|
| 1, 1A~1C    | プロセスガス供給管   |
| 2, 2A~2C    | マスフローコントローラ |
| 3A~3C       | 第1遮断弁       |
| 4A~4C       | 第2遮断弁       |
| 5A~5C       | 第3遮断弁       |
| 11, 22      | 計測ガス供給管     |
| 12A~12C, 25 | 分岐管         |
| 13          | 高圧窒素源       |
| 14, 21      | レギュレータ      |

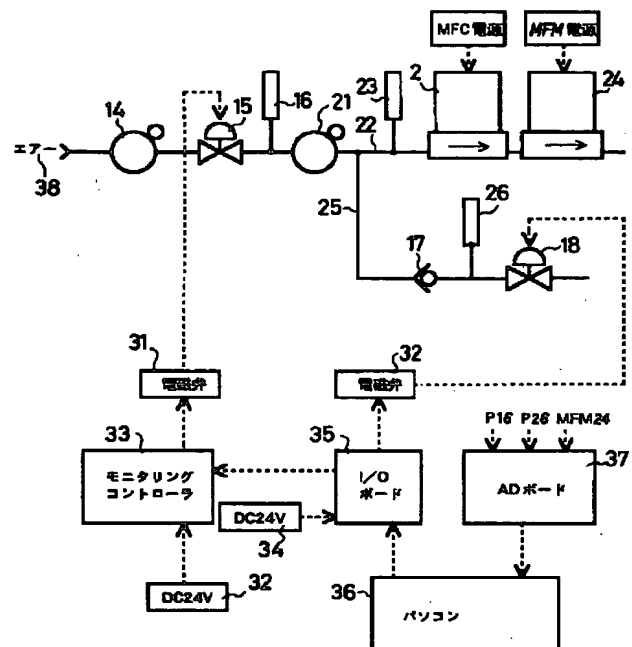
【図1】



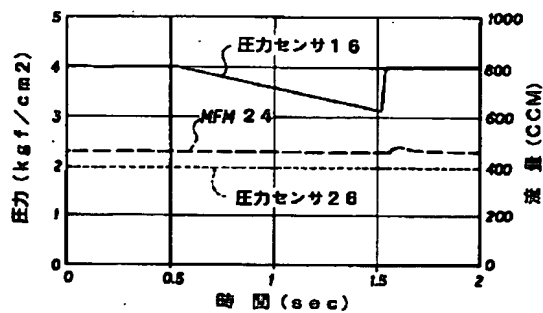
20

- |             |              |
|-------------|--------------|
| 15          | 計測開始用遮断弁     |
| 16, 23, 26  | 圧力センサ        |
| 17, 17A~17C | 逆止弁          |
| 18, 18A~18C | 連結部遮断弁       |
| 31, 32      | 電磁弁          |
| 31          | モニタリングコントローラ |
| 35          | I/Oボード       |
| 36          | パソコン         |
| 37          | ADボード        |

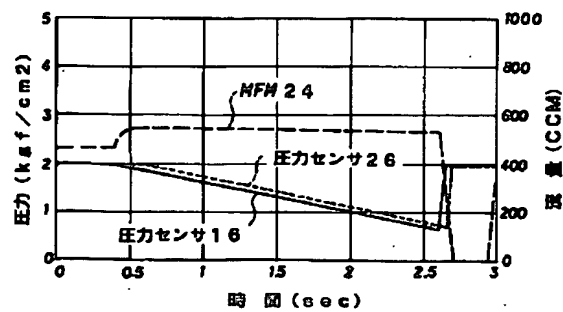
【図2】



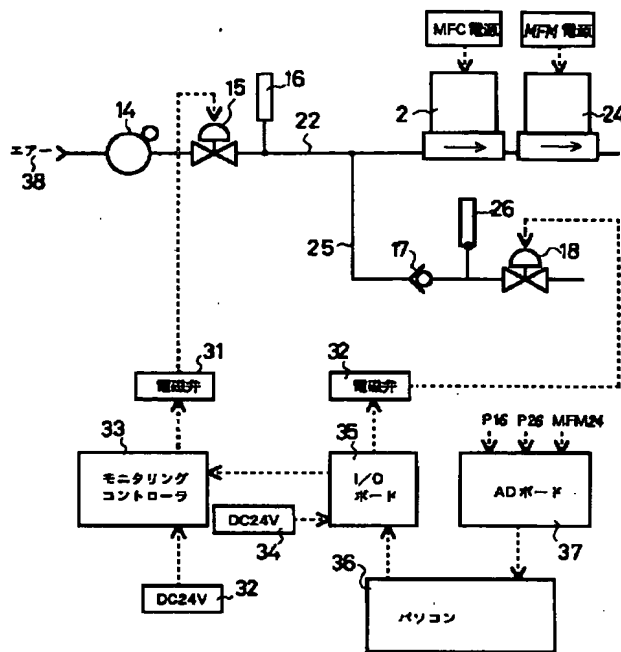
【図4】



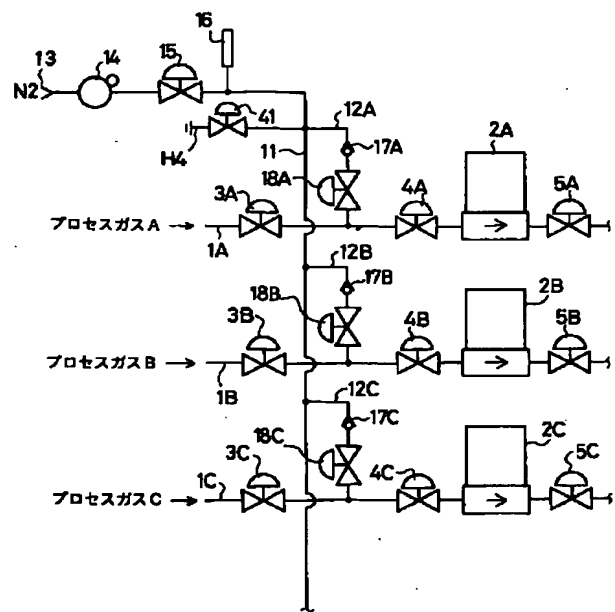
【図5】



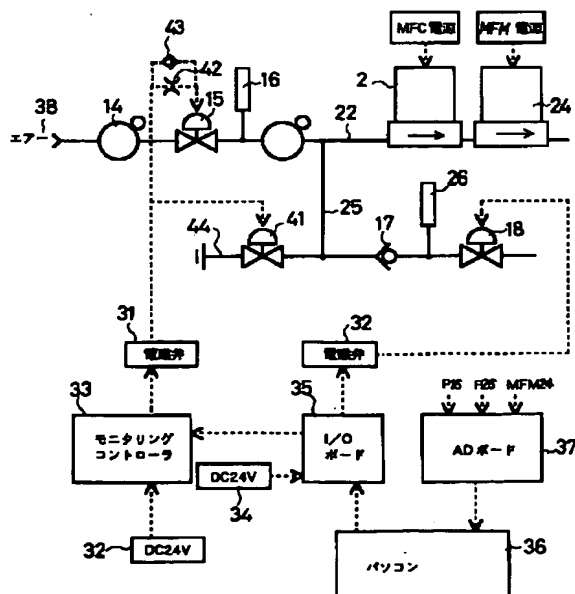
【図 3】



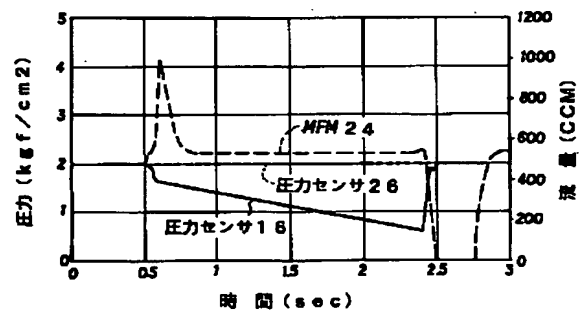
【図 6】



【図 7】

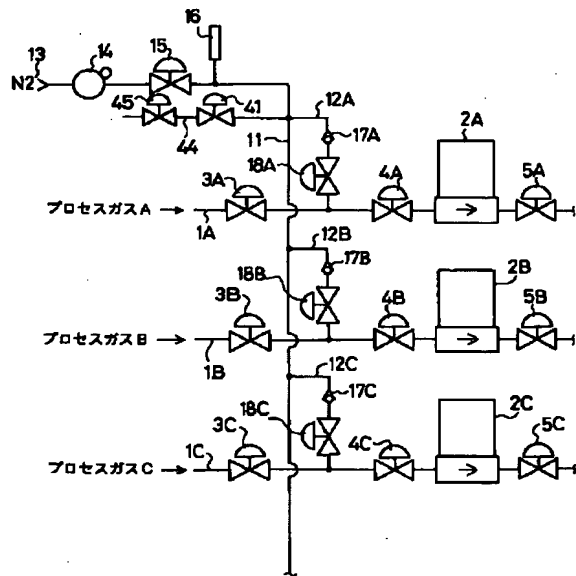


【図 8】





【図 9】



【図 10】

